平成２６年度エネルギー使用合理化促進基盤整備事業
（産業用機器等に関する使用実態及び制度調査）
報告書

平成２７年２月

一般財団法人省エネルギーセンター

平成２６年度エネルギー使用合理化促進基盤整備事業

（産業用機器等に関する使用実態及び制度調査）

報告書目次

１．調査概要

１．１．調査の目的

近年の内外におけるエネルギー消費量の著しい増加、国際的な地球環境問題への関心の高まり等の状況の下、エネルギー消費と密接に関連する地球温暖化問題等の解決に向け、エネルギー需要の伸びを抑えていくことが喫緊の課題となっている。このような状況の中、機械器具等に係る省エネ対策としては、現在、エネルギーの使用の合理化等に関する法律（以下、「省エネ法」という。）で規定している機械器具等に係る措置、いわゆる「トップランナー制度」により製造事業者、及び輸入事業者に対して規制が実施されている。

制度開始以降着実にエネルギーの効率改善が図られているが、引き続き省エネルギー対策を推進するために、日本全体の消費電力量の約５５％、産業部門の消費電力量の約７５％を占める三相誘導電動機（以下、「産業用モータ」という。）が平成２５年１１月にトップランナー制度の対象機器に追加された。

この度、こうした産業用モータに係るトップランナー制度の定着を図るため、本調査は、産業用モータあるいはその代替となるＰＭモータなど（以下、これらを合わせて単に「モータ」とする。）が組み込まれた産業・業務用のポンプ、圧縮機、送風機、真空ポンプについて、

・国内市場において具体的にどのような機器が存在し、どの企業がそれぞれの製品をどれだけ製造、又は輸入しているか

・トップランナー制度の対象モータの採用実績、及びその見込みはどのような状況か

・将来の性能目標値を設定する上で必要となる、モータ単体の性能以外の技術改善要因がどのような状況か

などの実態を把握し、トップランナー制度の効果的な運用についての検討を行うための十分なデータを収集するとともに、産業・業務用ポンプ、圧縮機、送風機、真空ポンプをトップランナー制度に追加する要件、及びその合理性について整理することを目的とする。

１．２．現状と課題

平成２５年１１月に産業用モータがトップランナー制度の対象機器に追加され、平成２７年４月から目標年度を迎える。モータの高効率化に伴うモータ価格の上昇や、モータの大きさの変更など、モータの製造事業者のみならず、モータを組み込むポンプ、圧縮機、送風機、真空ポンプの製造事業者も、今まさに目標年度の開始に向けた様々な対応が迫られている。モータは、基本的に他の機器に組み込まれて使用されるものであり、企業間取引（BtoB）が様々行われる機器であることから、家電製品のような企業個人間取引（BtoC）が主として想定される機器とは異なる課題が生じている可能性がある。このような状況において、トップランナー制度の効果的な運用のために、モータが組み込まれ、流通工程で見るとより最終ユーザに近い、産業・業務用ポンプ、圧縮機、送風機、真空ポンプをトップランナー制度の対象とすることが適切かどうかを検討することが次の課題となっている。

ポンプ等については、過去にもいくつかの調査が実施されている。例えば、平成２１年度省エネルギー設備導入促進指導事業（エネルギー消費機器実態等調査事業）報告書では、産業用モータをトッ

プランナー制度の対象機器とするかどうかの検討の過程で、ポンプ等の機器についてもその国内ストック数やエネルギー使用量を推計している。また、平成２５年度エネルギー使用合理化促進基盤整備事業（機械器具等に関する使用実態及び制度比較調査）報告書では、産業部門において使用される様々な機器について調査し、その中でも業種横断的に使用される機器としてポンプ等が選定されている。これらの結果を踏まえつつ、ポンプ、圧縮機、送風機、真空ポンプの実態を明らかにするとともに、トップランナー制度の対象とする場合に生じる多種多様な課題についても明らかにしていくことが求められている。

１．３．結論の概要

ポンプ、圧縮機、送風機、真空ポンプの実態として、トップランナー制度の３要件に関連する国内ストック数、エネルギー使用量、効率改善余地を推計した。いくつかの仮定の下での結果として、それぞれの値は次表のとおりとなり、本調査では、ポンプ、圧縮機、送風機、真空ポンプをトップランナー制度に追加可能と考えることができるとの示唆が得られた。

表 1.3.1 国内ストック数、エネルギー使用量、効率改善余地[1]

	国内ストック数（百万台）	エネルギー使用量（億 kWh/年）	平均効率改善率（ポイント）機器効率／モータ効率
ポンプ	19.9	3,122	5.8 / 2.6
圧縮機	1.4	454	3.0 / 2.5
送風機	11.4	976	5.8 / 3.1
真空ポンプ	1.4	60	5.9 / 6.3

また、トップランナー制度の対象とする場合に生じる課題は、製造、流通、使用の各段階において様々存在することが確認された。課題が生じる主な要因は、ポンプ、圧縮機、送風機、真空ポンプの特徴である、

・多種多様な構造、用途、求められる性能を持つ機器であること
・企業間取引（BtoB）が活発に行われる機器であること
・他の機器の部品となる場合があること
・最終ユーザが修理して長く使用する場合があること

などが挙げられる。よって、今後さらに議論を進めるためには、トップランナー制度の対象範囲、目標年度、区分、目標基準値、測定方法、表示事項などを想定した検討が必要である。

[1] 数値の推計に際しては、いくつかの条件が仮定されている。詳細は「４．１．」を参照のこと。

２．調査手法

本調査は、文献調査、メーカアンケート調査、ユーザアンケート調査、ヒアリング調査により行われた。また、本調査を進めるにあたっては、これら調査の状況、及び結果について報告し、様々な視点から調査結果等を分析、議論する委員会を開催した。

２．１．文献調査

本調査を実施するにあたり、図書、雑誌、ＷＥＢ資料などを参考とした。主な資料は次のとおり。

・省エネルギー技術実践シリーズ　改訂　ポンプ
・省エネルギー技術実践シリーズ　空気圧縮機
・省エネルギー技術実践シリーズ　改訂　ファン・ブロワ
・機械工学便覧　応用システム編　流体機械
・ターボ機械　入門編　新改訂版
・ターボポンプ　新改訂版
・風水力機械産業の現状と将来展望　2011 年～2015 年
・ＪＩＳハンドブック２０１４ポンプ
・平成２５年経済産業省生産動態統計年報機械統計編
・平成２１年度省エネルギー設備導入促進指導事業（エネルギー消費機器実態等調査事業）報告書
・平成２５年度エネルギー使用合理化促進基盤整備事業（機械器具等に関する使用実態及び制度比較調査）報告書
・ISO 12759:2010 Fans - Efficiency classification for fans
・ISO 12759:2010 Fans - Efficiency classification for fans - AMENDANT 1
・ISO 21360-2:2012 Vacuum technology - Standard methods for measuring vacuum-pump performance - Part 1: General description
・ISO 21360-2:2012 Vacuum technology - Standard methods for measuring vacuum-pump performance - Part 2: Positive displacement vacuum pumps
・ISO 9906:2012 Rotodynamic pumps - Hydraulic performance acceptance tests - Grades 1, 2 and 3
・ISO 1217:2009 Displacement compressors - Acceptance tests
・ISO 11011:2013 Compressed air -- Energy efficiency - Assessment
他

２．２．メーカアンケート調査

ポンプ、圧縮機、送風機、真空ポンプのメーカに対してアンケート調査を実施した。実施にあたっては、一般社団法人日本産業機械工業会、及び日本真空工業会に所属するポンプ、圧縮機、送風機、真空ポンプの製造に係る事業者へ調査票を配布するとともに、工業会所属以外の企業に対しても協力を要請した。また、日本国内で機器を製造していない事業者であっても、日本国内に出荷する場合には調査対象とした。

【アンケート票発送先】
一般社団法人日本産業機械工業会のポンプ、圧縮機、送風機に係る関係会員事業者
日本真空工業会の真空ポンプに係る関係会員事業者
その他の事業者（上記工業会会員以外）

【アンケート票発送数】
延べ 180 事業者（ポンプ、圧縮機、送風機、真空ポンプでアンケート票を別送した。）

【アンケート回収】
ポンプメーカ 19 社、圧縮機メーカ 11 社、送風機メーカ 11 社、真空ポンプメーカ 11 社。

【アンケート内容】
企業概要（企業名、製造品目、生産拠点、出荷先国・地域、記入者情報）
機器に関する情報（2013 年度の 1 カ年に出荷または納品したポンプ、圧縮機、送風機、真空ポンプ）
・種類と仕様
　種類、モータ定格出力、電圧、周波数、機器効率（真空ポンプを除く）、効率測定方法、制御方式
・採用しているモータ
　モータの種類、モータ効率、モータ効率クラス、極数
・機器＋モータ
　総合効率（真空ポンプを除く）、消費電力、（真空ポンプのみ排気速度、 到達圧力、軸動力、到達圧力時の消費電力）
・年間の出荷・輸入・輸出台数
　国内生産による出荷台数、海外生産による国内出荷台数、国内生産による海外出荷台数
その他
・採用するモータについて
・高効率化手法、及びその手法毎に見込まれる効率改善率、予想される効率改善の達成時期、製品コストへの影響、コスト以外への影響
・製品開発サイクル、組込み機器、主な流通経路

メーカアンケート調査票は巻末資料に示す。

２．３．ユーザアンケート調査

ポンプ、圧縮機、送風機、真空ポンプを使用する工場・事業場に対して、それら機器の使用実態を把握するためのアンケート調査を実施した。

【調査対象の決定方法】
平成 23 年度エネルギー消費統計で日本標準産業分類の中分類ごとのエネルギー使用量を整理し、アンケート配布予定数約 3,000 件を中分類におけるエネルギー使用量の比で案分して配布数を決定した。ただし、配布先の事業所にはエネルギー管理指定工場等を想定しているため、一旦決定された配布数に対して当該中分類に属するエネルギー管理指定工場等の数が足りない場合には、エネルギー管理指定工場等の数を上限として配布数を決定した上で、配布しきれなかった分は再度エネルギー使用量に応じて他の中分類へ再配布することとした。この結果決定された中分類ごとの配布数については、後程回収数、回収率とともに表に示す。

【アンケート票発送先】
省エネ法で規定されるエネルギー管理指定工場等

【アンケート票発送数／回収数】
発送数 2,970 事業所／回収数 991 事業所（回収率 33%）

【アンケート内容】
事業所概要（企業名、事業所名、住所等、事業所のエネルギー使用量、記入者情報）
機器に関する情報（2013 年度末に保有しているポンプ等について、2013 年度の 1 カ年の使用状況等）
・種類と仕様
　機器、種類、製造メーカ名称、流量・排気速度など、圧力・到達圧力など、制御方式
・組み込まれているモータ
　種類、定格出力、メーカ名称、型式、効率／効率クラス、電圧、周波数
・用途、及び使用機台数
　用途、稼働機台数、予備機台数、
・稼働機の平均的な使用状況
　運動時負荷率、運転時負荷の変動状況、年間運転時間、使用年数
その他
・ポンプ等の調達方法、部品交換、更新基準、高効率ポンプ等を導入する際の課題等
・ポンプ等が組み込まれた機器の名称
・ポンプ等を組み込んだ機器の製造状況

次表に日本標準産業分類中分類ごとのアンケートの配布数、回収数、及び回収率を示す。

表 2.3.1 アンケート配布数と回収数及び回収率

番号	業種	配布数	回収数	回収率
―	全業種合計	2970	991	33%
01	農業	38	12	32%
02	林業	0	0	0%
03	漁業	0	0	0%
04	水産養殖業	1	0	0%
05	鉱業，採石業，砂利採取業	6	3	50%
06	総合工事業	10	2	20%
07	職別工事業	0	0	0%
08	設備工事業	1	1	100%
09	食料品製造業	119	37	31%
10	飲料・たばこ・飼料製造業	34	12	35%
11	繊維工業	66	18	27%
12	木材・木製品製造業	11	5	45%
13	家具・装備品製造業	3	0	0%
14	パルプ・紙・紙加工品製造業	231	77	33%
15	印刷・同関連業	15	2	13%
16	化学工業	798	305	38%
17	石油製品・石炭製品製造業	138	45	33%
18	プラスチック製品製造業	41	12	29%
19	ゴム製品製造業	23	14	61%
20	なめし革・同製品・毛皮製造業	0	0	0%
21	窯業・土石製品製造業	144	54	38%
22	鉄鋼業	470	117	25%
23	非鉄金属製造業	78	28	36%
24	金属製品製造業	35	9	26%
25	はん用機械器具製造業	16	7	44%
26	生産用機械器具製造業	18	4	22%
27	業務用機械器具製造業	7	2	29%
28	電子部品・デバイス・電子回路製造業	52	20	38%
29	電気機械器具製造業	18	6	33%
30	情報通信機械器具製造業	6	1	17%
31	輸送用機械器具製造業	87	9	10%
32	その他の製造業	6	1	17%
33	電気業	42	21	50%
34	ガス業	0	0	0%
35	熱供給業	10	6	60%
36	水道業	20	14	70%
37	通信業	3	1	33%
38	放送業	1	1	100%
39	情報サービス業	6	3	50%
40	インターネット附随サービス業	1	0	0%
41	映像・音声・文字情報制作業	2	2	100%
42	鉄道業	0	0	0%
43	道路旅客運送業	0	0	0%
44	道路貨物運送業	6	0	0%
45	水運業	0	0	0%
46	航空運輸業	1	1	100%
47	倉庫業	8	3	38%
48	運輸に附帯するサービス業	7	4	57%
49	郵便業	1	1	100%
50	各種商品卸売業	0	0	0%
51	繊維・衣服等卸売業	0	0	0%
52	飲食料品卸売業	6	0	0%
53	建築材料，鉱物・金属材料等卸売業	3	3	100%

54	機械器具卸売業	4	1	25%
55	その他の卸売業	3	0	0%
56	各種商品小売業	13	6	46%
57	織物・衣服・身の回り品小売業	1	1	100%
58	飲食料品小売業	4	2	50%
59	機械器具小売業	5	1	20%
60	その他の小売業	11	1	9%
61	無店舗小売業	1	0	0%
62	銀行業	2	0	0%
63	協同組織金融業	1	0	0%
64	貸金，カード業等非預金信用機関	1	1	100%
65	金融商品取引業，商品先物取引業	1	0	0%
66	補助的金融業等	0	0	0%
67	保険業	2	2	100%
68	不動産取引業	1	1	100%
69	不動産賃貸業・管理業	11	3	27%
70	物品賃貸業	0	0	0%
71	学術・開発研究機関	13	7	54%
72	専門サービス業	3	0	0%
73	広告業	1	1	100%
74	技術サービス業	5	1	20%
75	宿泊業	37	3	8%
76	飲食店	3	1	33%
77	持ち帰り・配達飲食サービス業	0	0	0%
78	洗濯・理容・美容・浴場業	37	5	14%
79	その他の生活関連サービス業	5	0	0%
80	娯楽業	39	11	28%
81	学校教育	24	14	58%
82	その他の教育，学習支援業	18	7	39%
83	医療業	51	27	53%
84	保健衛生	1	0	0%
85	社会保険・社会福祉・介護事業	10	2	20%
86	郵便局	1	0	0%
87	協同組合	2	1	50%
88	廃棄物処理業	37	18	49%
89	自動車整備業	0	0	0%
90	機械等修理業	0	0	0%
91	職業紹介・労働者派遣業	0	0	0%
92	その他の事業サービス業	6	2	33%
93	政治・経済・文化団体	1	0	0%
94	宗教	5	1	20%
95	その他のサービス業	3	2	67%
96	外国公務	0	0	0%
97	国家公務	11	2	18%
98	地方公務	7	4	57%

ユーザアンケート調査票は巻末資料に示す。

２．４．ヒアリング調査

ポンプ、圧縮機、送風機、真空ポンプの製造事業者に対して、ヒアリング調査を行った。ヒアリングした内容は、アンケート調査に係る事項の確認や、海外市場動向、及びトップランナー制度の対象機器となった場合の課題等についてである。

【ヒアリング協力社】

ポンプメーカ　　4 社
圧縮機メーカ　　4 社
送風機メーカ　　4 社
真空ポンプメーカ 3 社

【ヒアリング内容】

海外出荷先市場動向

・市場規模、機器に対する規格、規制動向

海外出荷機器

・出荷数、機器の種類や大きさ、現在のモータ効率クラスと今後の計画、取引形態、モータ価格動向、高効率化へ向けた取組み、今後の技術開発計画

現在の課題

トップランナー制度の対象となった場合の課題

２．５．委員会

本調査を実施するにあたり、有識者による委員会を設置し、様々な視点から調査結果等に対する分析、議論が行われた。

【委員会名称】
平成２６年度エネルギー使用合理化促進基盤整備事業（産業用機器等に関する使用実態及び制度調査）検討委員会

【委員】（○は委員長）

○　横山　隆一　早稲田大学大学院　理工学術院　環境・エネルギー研究科　教授
　　木村　軍司　首都大学東京　名誉教授
　　平岩　廣直　株式会社荏原製作所　風水力機械カンパニー　藤沢工場　品質保証室　室長付
　　今井　文一　株式会社日立産機システム　事業統括本部　空圧システム事業部　企画部　部長
　　坂本　浩　　株式会社電業社機械製作所　営業本部　社会システム技術部　部長
　　三浦　辰也　株式会社アルバック　規格品事業部　精機技術部２課　課長
　　篠崎　清志　JFE スチール株式会社　東日本製鉄所　エネルギー部　エネルギー技術室長

【オブザーバ】
一般社団法人日本産業機械工業会
一般社団法人日本電機工業会
一般社団法人日本冷凍空調工業会
日本真空工業会
経済産業省資源エネルギー庁省エネルギー・新エネルギー部省エネルギー対策課
経済産業省製造産業局産業機械課

【事務局】
一般財団法人省エネルギーセンター

【委員会開催実績】
委員会は３回開催した。開催日程、審議内容は次表のとおり。

表 2.5.1. 委員会開催実績

回	日程	審議内容
第１回	平成 26 年 10 月 7 日（火）	・本事業の内容と方針について　・アンケート案について
第２回	平成 26 年 12 月 8 日（月）	・アンケート中間集計結果について　・その他調査の進捗状況について
第３回	平成 27 年 2 月 13 日（金）	・調査結果、及び分析状況について

３．調査結果

本章では、文献調査、ヒアリング調査、メーカアンケート調査、ユーザアンケート調査から得られ得た結果を整理する。

３．１．機器の現状

ポンプ、圧縮機、送風機、真空ポンプについて、機器の種類やメーカなどの製造に係る情報、モータの調達や機器の流通に係る情報、ユーザにおける使用状況について整理する。

３．１．１．機器製造

（１）ポンプ

①ポンプ種類

ポンプは様々な方法で区分することができる。日本標準商品分類では、311 番台を「ポンプ」とし、ポンプの種類を次表のように示している。なお、数字の桁数が増えるにつれて細かい区分を示すように整理されている。例えば、うず巻ポンプ（番号 3111）には横軸形うず巻ポンプ（番号 31111）と立軸形うず巻ポンプ（番号 31112）が含まれ、さらに横軸形うず巻きポンプには単段式うず巻ポンプ（番号 311111）と多段式うず巻ポンプ（番号 311112）が含まれる。

表 3.1.1. 日本標準商品分類にもとづくポンプの種類

番号	区分	番号	区分
311	ポンプ		
3111	うず巻ポンプ（タービン形を含む。）	3114	回転ポンプ
31111	横軸形うず巻ポンプ	31141	歯車ポンプ
311111	単段式うず巻ポンプ	31142	スクリューポンプ
311112	多段式うず巻ポンプ	31143	カムポンプ
31112	立軸形うず巻ポンプ	31144	ウェスコポンプ
311121	単段式うず巻ポンプ	31149	その他の回転ポンプ
311122	多段式うず巻ポンプ	3115	往復ポンプ
3112	軸流ポンプ	31151	ピストンポンプ
31121	横軸形軸流ポンプ	311511	蒸気直動式ピストンポンプ
311211	固定翼横軸形軸流ポンプ	311512	クランク式ピストンポンプ
311212	可動翼横軸形軸流ポンプ	311513	手動式ピストンポンプ
31122	立軸形軸流ポンプ	31152	プランジャーポンプ
311221	固定翼立軸形軸流ポンプ	31153	ダイヤフラムポンプ
311222	可動翼立軸形軸流ポンプ	31154	ウイングポンプ
31123	斜軸形軸流ポンプ	31159	その他の往復ポンプ
311231	固定翼斜軸形軸流ポンプ	3119	その他のポンプ
311232	可動翼斜軸形軸流ポンプ	31191	エアリフトポンプ
3113	斜流ポンプ	31192	ジェットポンプ
31131	横軸形斜流ポンプ	31193	水中モータポンプ
31132	立軸形斜流ポンプ	311931	深井戸用水中モータポンプ
		311939	その他の水中モータポンプ
		31199	他に分類されないポンプ

【ターボ形ポンプ】

羽根車をケーシング内で回転させ、液体にエネルギーを与えるポンプをターボ形ポンプという。ターボ形ポンプの形式はうず巻ポンプ、軸流ポンプ、斜流ポンプに分かれる（うず巻ポンプは遠心ポンプと称されることもある)。うず巻ポンプは、羽根車から吐き出される流れが主として主軸に垂直な面内にあるポンプであり、羽根車の吐出側に直接うず巻形ケーシングをもつうず巻ポンプと、案内羽根形のタービンをもつタービン形がある。

軸流ポンプは、羽根車から吐き出される流れが主軸と同心の円筒面内にあるポンプであり、通常、案内羽根形のタービンをもっている。斜流ポンプは、羽根車から吐き出される流れが主軸の中心線を軸とする円すい面内にあるポンプで、一般には羽根車の吐出し側に案内羽根形のタービンをもっているが、うず巻形ケーシングをもつ斜流ポンプもある。

表 3.1.2. ターボ形ポンプの種類

<table>
<tr><td rowspan="12">ターボ形ポンプ</td><td rowspan="4">うず巻ポンプ
（タービン形を含む。）</td><td rowspan="2">横軸形うず巻ポンプ</td><td>単段式うず巻ポンプ</td></tr>
<tr><td>多段式うず巻ポンプ</td></tr>
<tr><td rowspan="2">立軸形うず巻ポンプ</td><td>単段式うず巻ポンプ</td></tr>
<tr><td>多段式うず巻ポンプ</td></tr>
<tr><td rowspan="6">軸流ポンプ</td><td rowspan="2">横軸形軸流ポンプ</td><td>固定翼横軸形軸流ポンプ</td></tr>
<tr><td>可動翼横軸形軸流ポンプ</td></tr>
<tr><td rowspan="2">立軸形軸流ポンプ</td><td>固定翼立軸形軸流ポンプ</td></tr>
<tr><td>可動翼立軸形軸流ポンプ</td></tr>
<tr><td rowspan="2">斜軸形軸流ポンプ</td><td>固定翼斜軸形軸流ポンプ</td></tr>
<tr><td>可動翼斜軸形軸流ポンプ</td></tr>
<tr><td rowspan="2">斜流ポンプ</td><td colspan="2">横軸形斜流ポンプ</td></tr>
<tr><td colspan="2">立軸形斜流ポンプ</td></tr>
</table>

【容積形ポンプ】

一方、容積形ポンプは、限られた空間内に液体を閉じ込めて圧縮し、さらに押し出す作用により液体にエネルギーを与えるポンプである。容積形ポンプにおいて、歯車などの回転運動によって液体の吸込および吐出作用を行うものを回転ポンプといい、ピストンなどの往復運動によって液体の吸込および吐出作用を行うものを往復ポンプという。

歯車ポンプは、ケーシング内に二つの歯車がかみあって回転するポンプで、駆動軸によって駆動歯車を回転させると従動歯車も回転し、吸込口において歯溝に入った液体がケーシング内面に沿って移動し、吐出口に送られて液体に圧力を与えるポンプである。

スクリューポンプは、ケーシング内に１から３個のスクリューがかみあって回転するポンプで、駆動軸によって駆動スクリューを回転させると従動スクリューも回転し、吸込口においてスクリュー溝に入った液体が主軸方向に移動し、吐出口に送られて液体に圧力を与えるポンプである。

カムポンプは、ケーシング内に二つのカムがかみあって回転するポンプで、吸込口においてカム同士の空間に入った液体がケーシング内面に沿って移動し、吐出口に送られて液体に圧力を与えるポンプである。

ウェスコポンプは、羽根車の回転に伴う遠心作用によって羽根から流出した液体がケーシング内の液体と運動量交換を行った後、再び流入し、繰り返し液体にエネルギーを与えるポンプである。

ピストンポンプは、ピストンの往復運動によって液体の吸込および吐出作用を行うポンプであり、ピストンが主軸方向に往復運動するものをアキシャルピストンポンプ、主軸と直角方向に往復運動するものをラジアルピストンポンプという。レシプロピストンポンプは、アキシャルピストンポンプと類似しているが、軸封がシリンダの外に設けているものをいう。レシプロピストンポンプは、プランジャーポンプともよばれる。

ダイヤフラムポンプは、補助ピストンなどによって膜に往復運動させて、液体の吸込および吐出作用を行うポンプである。

ウイングポンプは、外部に設けられた手動ハンドルを往復運動させることによってケーシング内の羽根車に往復運動を与え、液体の吸込および吐出作用を行うポンプである。

表 3.1.3. 容積形ポンプの種類

<table>
<tr><td rowspan="10">容積形ポンプ</td><td rowspan="5">回転ポンプ</td><td>歯車ポンプ</td></tr>
<tr><td>スクリューポンプ</td></tr>
<tr><td>カムポンプ</td></tr>
<tr><td>ウェスコポンプ</td></tr>
<tr><td>その他の回転ポンプ</td></tr>
<tr><td rowspan="5">往復ポンプ</td><td>ピストンポンプ</td></tr>
<tr><td>プランジャーポンプ</td></tr>
<tr><td>ダイヤフラムポンプ</td></tr>
<tr><td>ウイングポンプ</td></tr>
<tr><td>その他の往復ポンプ</td></tr>
</table>

【その他のポンプ】

エアリフトポンプは、揚水管を水中に入れ、その中に挿入した空気管の下端から圧縮空気を吹き出すことによって密度の小さい気泡水を作り、管外の水との密度差を利用して揚水するポンプである。

ジェットポンプは、高圧水を使って高速で噴出することによって、大気圧力より低い圧力を発生させて、液体の吸込および吐出作用を行うポンプである。

水中モータポンプは、モータとポンプを一体にして水中に埋設されるポンプで、ポンプ自体はうず巻ポンプ等が使用される。用途によって、井戸水取水用は深井戸用水中モータポンプ、設備の排水用は設備排水用水中モータポンプとよばれる。

表 3.1.4. その他のポンプの種類

<table>
<tr><td rowspan="4">その他のポンプ</td><td colspan="2">エアリフトポンプ</td></tr>
<tr><td colspan="2">ジェットポンプ</td></tr>
<tr><td rowspan="2">水中モータポンプ</td><td>深井戸用水中モータポンプ</td></tr>
<tr><td>その他の水中モータポンプ</td></tr>
</table>

一方、JIS 規格で定められているポンプには、小形渦巻ポンプ、工事用水中ポンプ、浅井戸用電気井戸ポンプ、深井戸用電気井戸ポンプ、小形多段遠心ポンプ、両吸込渦巻ポンプ、深井戸用水中モータポンプ、設備排水用水中モータポンプがある。それぞれの規格が示すポンプの種類（適用範囲）を次表に示す。なお、これらの種類は日本標準商品分類の区分とは一致していないが、関連性が高いと思われる区分を参考として併せて次表に整理する。

表 3.1.5.JIS で定められたポンプとその適用範囲

JIS 番号	品目	適用範囲（概要）	【参考】関係性が高い 日本標準商品分類の区分
JIS B8313	小形渦巻ポンプ	0～40℃の清水を取り扱う片吸込形単段で最高使用圧力 1MPa までに使用する吸込口径 40～200㎜の一般用小形渦巻ポンプで、共通ベース上で 50Hz 又は 60Hz の 2 極又は 4 極三相誘導電動機とたわみ軸継手によって直結されるもの	番号 311111 横軸形単段式うず巻ポンプ 番号 311121 立軸形単段式うず巻ポンプ
JIS A8604	工事用水中ポンプ	片吸込、単段及び遠心形でポンプ径 32～250㎜の土木建築その他の工事に使用する仮設・可搬式の水中ポンプで、定格周波数 50Hz 又は 60Hz の 2 極、4 極若しくは 6 極の水中形三相誘導電動機、又は 2 極若しくは 4 極の水中形単相誘導電動機と、共通軸で直接連結したもの	番号 311939 その他の水中モータポンプ
JIS B8314	浅井戸用電気井戸ポンプ	呼び出力 400W 以下の電動機とポンプとを共通軸で組み合わせた自吸式の渦流れ形自動式井戸ポンプで、主に家庭用浅井戸に用いるもの	番号 31144 ウェスコポンプ
JIS B8318	深井戸用電気井戸ポンプ	呼び出力 400W 以下の電動機とポンプとを共通軸で組み合わせた、遠心形自動式電気井戸ポンプで、ジェット部を付属し、主に家庭用深井戸に用いるもの	特になし
JIS B8319	小形多段遠心ポンプ	0～40℃の清水を取り扱う片吸込形で最高使用圧力 2.75MPa までに使用する吸込口径 50～200㎜、段数 2～15 段の一般用小形多段遠心ポンプで、共通ベース上で、50Hz 又は 60Hz の 2 極又は 4 極三相誘導電動機とたわみ軸継手によって直結されるもの	番号 311112 横軸形多段式うず巻ポンプ
JIS B8322	両吸込渦巻ポンプ	0～40℃の清水を取り扱う両吸込横軸形単段で最高使用圧力 1.4MPa までに使用する吸込口径 200～500㎜の一般用両吸込渦巻ポンプで、共通ベース上で 50Hz 又は 60Hz の 4 極、6 極又は 8 極三相誘導電動機とたわみ軸継手によって直結されるもの	番号 311111 横軸形単段式うず巻ポンプ
JIS B8324	深井戸用水中モータポンプ	水温 10～25℃の清水を取り扱うポンプ口径が 25～200㎜の片吸込遠心形又は斜流形の深井戸用水中モータポンプで、井戸ふた又は取付バンドに取り付けられた揚水管の下部につり下げられ、その下部に 50Hz 又は 60Hz の 2 極水中三相誘導電動機を軸継手によって直結し、その最大潜没深さが 100m 以内のもの	番号 311931 深井戸用水中モータポンプ
JIS B8325	設備排水用水中モータポンプ	建築物その他の設備から生じる水温 0～40℃、pH5～9、含まれる固形物の大きさ 20㎜以下の汚水・雑排水を取り扱うポンプ口径が 32～150㎜の片吸込単段遠心形の設備排水用水中モータポンプで、貯留槽内につり下げ又は据置きされ、50Hz 又は 60Hz の、2 極又は 4 極水中誘導電動機を、共通軸又は軸継手によって直結したもの	番号 311939 その他の水中モータポンプ

なお、これらの JIS 規格適合品では表示事項を定めている。例えば JIS B 8313 では、銘板には、大きさ（吸込口径及び吐出口径の呼び径並びに羽根車の呼び径又は略号）、吐出量、全揚程、回転速度、所要電動機の定格出力、製造業者名、製造番号及び製造年又は略号を記入することとしている。なお、吐出量と全揚程については、規定の効率を満たす最小吐出量とそのときの全揚程、及び最大吐出量とそのときの全揚程とを記入する。

②ポンプメーカ

ユーザアンケート調査では、ユーザが使用しているポンプのメーカを確認している。今回実施したユーザアンケート結果等から把握されたポンプの生産・輸出入企業数は68社である。

表3.1.6.本調査で把握されたポンプ生産・輸出入企業数

ポンプ生産・輸出入企業	68社

③ポンプ台数

経済産業省生産動態統計年報機械統計編（以下、「機械統計」とする。）の「一般機械　06　ポンプ、圧縮機及び送風機」において示されている「ポンプ」の平成25年販売数量を次表に示す。

表3.1.7.機械統計によるポンプの年間販売数量

品目	販売数量（台）	金額（百万円）
ポンプ（手動式及び消防用ポンプを除く）	2,583,645	237,521
うず巻ポンプ（タービン形を含む）	471,824	105,341
単段式	374,796	52,631
多段式	97,028	52,710
軸・斜流ポンプ	682	27,876
回転ポンプ	263,843	9,617
耐しょく性ポンプ	755,865	41,044
水中ポンプ	776,930	34,103
汚水・土木用	744,465	27,986
その他の水中ポンプ（清水用を含む）	32,465	6,118
その他のポンプ	314,501	19,539

一方、メーカアンケートより得られたポンプの国内出荷数は次表のとおり。参考まで、同じくメーカアンケートより得られた輸入台数と輸出台数を同表に示す。なお、表中の「－」は該当する区分の出荷がなかったことを示す。

表 3.1.8.メーカアンケートによるポンプの年間国内出荷台数[2]

番号	区分	メーカアンケート 国内出荷台数（台）	【参考】 輸入台数(台)	【参考】 輸出台数(台)
311	ポンプ　全体	518,767	2,845	26,047
3111	うず巻ポンプ（タービン形を含む）	250,194	436	5,137
31111	横軸形うず巻ポンプ	120,432	418	4,969
311111	横軸形／単段式うず巻ポンプ	71,647	408	4,548
311112	横軸形／多段式うず巻ポンプ	48,785	10	421
31112	立軸形うず巻ポンプ	129,762	18	168
311121	立軸形／単段式うず巻ポンプ	92,156	9	117
311122	立軸形／多段式うず巻ポンプ	37,606	9	51
3112	軸流ポンプ	81	－	36
31121	横軸形軸流ポンプ	6	－	15
311211	固定翼横軸形軸流ポンプ	6	－	15
311212	可動翼横軸形軸流ポンプ	－	－	－
31122	立軸形軸流ポンプ	75	－	21
311221	固定翼立軸形軸流ポンプ	73	－	21
311222	可動翼立軸形軸流ポンプ	2	－	－
31123	斜軸形軸流ポンプ	－	－	－
311231	固定翼斜軸形軸流ポンプ	－	－	－
311232	可動翼斜軸形軸流ポンプ	－	－	－
3113	斜流ポンプ	261	－	89
31131	横軸形斜流ポンプ	24	－	－
31132	立軸形斜流ポンプ	237	－	89
3114	回転ポンプ	31,972	－	－
31141	歯車ポンプ	4,443	－	－
31142	スクリューポンプ	－	－	－
31143	カムポンプ	－	－	－
31144	ウェスコポンプ	22,273	－	－
31149	その他の回転ポンプ	5,256	－	－
3115	往復ポンプ	3	－	－
31151	ピストンポンプ	－	－	－
311511	蒸気直動式ピストンポンプ	－	－	－
311512	クランク式ピストンポンプ	－	－	－
311513	手動式ピストンポンプ	－	－	－
31152	プランジャーポンプ	3	－	－
31153	ダイヤフラムポンプ	－	－	－
31154	ウイングポンプ	－	－	－
31159	その他の往復ポンプ	－	－	－
3119	その他のポンプ	236,256	2,409	20,785
31191	エアリフトポンプ	－	－	－
31192	ジェットポンプ	－	－	－
31193	水中モータポンプ	235,645	2,409	20,785
311931	深井戸用水中モータポンプ	15,183	9	－
311939	その他の水中モータポンプ	220,462	2,400	20,785
31199	他に分類されないポンプ	611	－	－

参考として、機械統計の品目に再整理可能な場合の国内出荷台数を機械統計の販売数量と並べて次表に示す。それぞれの集計区分が異なるため、メーカアンケート国内出荷数を機械統計の区分に合わせて整理できない区分については、その台数とカバー率を空欄とした。

[2] アンケートでは個別社の取引台数や規模を把握しているが、公開情報としてふさわしくないため、全アンケートの集計結果のみを示すこととする。なお「国内出荷台数」は国内に出荷された台数を示すため、【参考】に示した「輸入台数」が含まれ、「輸出台数」は含まれない。

表 3.1.9. 機械統計とメーカアンケートによるポンプ台数の比較

区分	機械統計 販売数量（台）	メーカアンケート 国内出荷台数（台）	アンケート カバー率（%）
ポンプ（手動式及び消防用ポンプを除く）	2,583,645	518,767	20.1
うず巻ポンプ（タービン形を含む）	471,824	250,194	53.0
単段式	374,796	163,803	43.7
多段式	97,028	86,391	89.0
軸・斜流ポンプ	682	342	50.1
回転ポンプ	263,843	31,972	12.1
耐しょく性ポンプ	755,865		
水中ポンプ	776,930	235,645	30.3
汚水・土木用	744,465		
その他の水中ポンプ（清水用を含む）	32,465		
その他のポンプ	314,501		

④ポンプ効率

メーカアンケートより得られたポンプ効率のモータ定格出力ごとの平均値を次表に示す。

表 3.1.10. モータ定格出力区分ごとのポンプの平均効率

モータ定格出力区分(kW)	有効回答台数	平均効率(%)	標準偏差(%)
全体	518,763	55.16	10.95
～0.2 以下	69,814	44.31	10.31
0.2 超～0.4 以下	84,289	53.75	2.80
0.4 超～0.6 以下	2,348	54.32	1.38
0.6 超～0.75 以下	126,743	48.96	3.51
0.75 超～1.1 以下	2,680	59.09	1.62
1.1 超～1.5 以下	18,035	57.76	3.55
1.5 超～2.2 以下	74,574	54.93	7.57
2.2 超～3.0 以下	4,788	61.18	5.19
3.0 超～4.0 以下	43,259	57.15	9.13
4.0 超～5.5 以下	3,175	60.22	8.82
5.5 超～7.5 以下	34,740	65.68	4.15
7.5 超～11.0 以下	7,747	72.08	5.64
11 超～15 以下	4,822	70.65	5.72
15 超～18.5 以下	422	72.64	4.60
18.5 超～22 以下	31,725	76.46	5.67
22 超～30 以下	714	73.08	9.84
30 超～37 以下	2,223	75.24	3.07
37 超～45 以下	639	73.53	1.86
45 超～55 以下	786	73.43	6.41
55 超～75 以下	4,720	85.34	3.54
75 超～90 以下	41	78.23	5.47
90 超～110 以下	78	79.40	7.81
110 超～132 以下	95	81.69	3.28
132 超～160 以下	35	73.76	7.11
160 超～200 以下	40	82.49	4.49
200 超～375 以下	89	82.23	5.70
375 超～500 以下	19	82.37	7.37
500 超～1000 以下	17	85.26	3.53
1000 超～2000 以下	16	83.81	1.78
2000 超～5000 以下	90	83.51	2.18

⑤ポンプ効率算定方法

ポンプ効率の測定方法は「JIS B 8301 遠心ポンプ、斜流ポンプ及び軸流ポンプ－試験方法」「JIS B 8312 歯車ポンプ及びねじポンプ－試験方法」「JIS B 8311 往復ポンプ－試験方法」で規定されている。なお、JIS B 8301 は ISO 9906:1999 の技術的内容に準拠した規格であるが、吐出し量の測定については従来の JIS で規定していた方法を追加規定している。また、ISO では規定されていない「代表的な性能曲線によって選定するはん用ポンプ及び駆動機動力が 10kW 未満のポンプに対する性能の許容幅」（付属書Ａ）、「羽根車外径低減量の決定方法」（付属書Ｂ）、「摩擦損失の補正」（付属書Ｃ）が追加で規定されている。ISO9906 は 2012 年に改訂されているため、今後 JIS の改訂が行われる予定。

ポンプ効率を算定するためには、水動力 Pu、及び軸動力 P を測定する必要がある。具体的には、それぞれ次の値を測定する。

【水動力 Pu の測定】

水動力 $Pu=\rho QgH$ (W)で計算できるので、次のように測定・計算する。

ρ ：密度（kg/m^3）は水であれば $\rho=1000$、水でない場合は密度計で実測するか、または使用する液体の性状表などから密度を求める。

Q：吐出し量（m^3/s）は流量計、せきなどを使って実測する。

g：重力加速度（m/s^2）

H：全揚程（m）は、吸込圧力、及び吐出圧力を測定して、吸込配管内径、及び吐出配管内径による速度ヘッド差、及び圧力計器の高さを換算して計算する。

【軸動力 P の測定】

軸動力 P は駆動機からポンプへ入力される電力なので、例えばモータであればモータへ入力される電力または電流を測定して、モータの性能試験表を使ってモータの負荷率からモータ効率を読み取って軸動力 P を求める。モータの性能試験表がない場合や駆動機がモータでない場合には、トルクメータを駆動機とポンプの間に設置して、ポンプへ入力されるトルクと回転速度を実測することによって、入力動力を計算する。

【ポンプ効率の算定】

ポンプ効率 η を次式で計算する。

$\eta = Pu / P \times 100$ （%）

（２）圧縮機

①圧縮機種類

圧縮機は様々な方法で区分することができる。日本標準商品分類では、312 番台を「圧縮機」とし、冷凍機（561 番台）とは区別している。圧縮機の種類を次表に示す。なお、数字の桁数が増えるにつれて細かい区分を示すように整理されている。例えば、ターボ形圧縮機（番号 3121）には軸流式ターボ形圧縮機(番号 31211)、遠心式ターボ形圧縮機(番号 20212)及び斜流式ターボ形圧縮機(番号 31213)が含まれる。

表 3.1.11. 日本標準商品分類にもとづく圧縮機の種類

番号	区分
312	圧縮機（冷凍機を除く。）
3121	ターボ形圧縮機
31211	軸流式ターボ形圧縮機
31212	遠心式ターボ形圧縮機
31213	斜流式ターボ形圧縮機
3122	容積形圧縮機
31221	回転式容積形圧縮機
312211	可動翼容積形圧縮機
312212	ねじ容積形圧縮機
312213	液封容積形圧縮機
31222	往復式容積形圧縮機
312221	横形圧縮機
312222	Ｌ形圧縮機
312223	対向形圧縮機
312224	立形圧縮機
312225	Ｙ形圧縮機
312226	W形圧縮機
312227	Ｘ形圧縮機
312229	その他の往復式容積形圧縮機
3129	その他の圧縮機（冷凍機を除く。）
31291	ポータブル圧縮機
31299	他に分類されない圧縮機

【ターボ形圧縮機】

羽根車や動翼の回転によって与えられた運動エネルギーを圧力に変換して昇圧する圧縮機で、気体の流れ方向によって軸流式、遠心式、斜流式に分類される。いずれも気体の流れが連続で気体中に油分を含まないオイルフリーである。往復式と異なり、振動は小さく摩耗部分がほとんど無いため信頼性が高い。但し、高速回転のため高周波の騒音への対策が必要である。

軸流式ターボ形圧縮機は回転する軸の円周上にある多数の動翼と、ケーシングに固定されている静翼により気体の速度を圧力に変換し、気体が軸方向に流れる圧縮機である。動翼と静翼を一組として段と呼び、通常 1 段当たりの圧力比は 1.1 程度と小さいため、圧縮機としては 6～22 程度の段を軸方向に並べて所定の圧力を実現する。動翼、静翼とも効率向上のため翼形が用いられている。また、容量調整用に静翼ないしは動翼の角度を可変とする場合も多い。

遠心式ターボ形圧縮機は、円盤の面に放射状に羽根を設けた羽根車（インペラー）の高速回転により気体を遠心力で圧縮すると共に、羽根車により与えられた運動エネルギーをディフューザと呼ばれる部分で圧力に変換して昇圧する圧縮機である。

斜流式ターボ形圧縮機は、遠心式ターボ形圧縮機と類似の羽根車を持つが、気体の流れが軸直角方向ではなく軸に対し傾斜しており、遠心力及び速度の圧力変換により昇圧する圧縮機である。軸流式と遠心式の中間の特徴を有する。

表 3.1.12. ターボ形圧縮機の種類

ターボ形圧縮機	軸流式ターボ形圧縮機
	遠心式ターボ形圧縮機
	斜流式ターボ形圧縮機

【容積形圧縮機】

閉鎖空間に気体を閉じ込めて空間の容積を縮小して圧力を高くするのが容積形圧縮機で、閉鎖空間はそれぞれ独立しているので気体の吐出は間欠的である。

この容積形の中で回転によって空間を縮小するタイプが回転式である。

可動翼容積形圧縮機は、円筒状のケーシング内に偏芯した回転体を設け、回転体に半径方向にスライド可能な長方形の板（ベーン）を放射状に多数差し込み、回転と共にベーン、回転体壁、ケーシングによって囲まれた空間の容積が縮小されて昇圧する圧縮機である。一般的には内部に潤滑油を注入し、漏れのシール・潤滑を行う。構造が簡単で振動も少なく小形の為、ディーゼルエンジンで駆動する可搬式として建設工事現場で良く使用されたが、現在はスクリュー圧縮機に代わっている。

ねじ容積形圧縮機はスクリュー圧縮機とも呼ばれ、螺旋状の溝を持つロータと、この溝と同じ形状のねじ山を持つロータが平行に並んで噛み合い、互いに反対方向に回転して溝の中をねじ山が埋めて行くことによって容積を縮小し、圧力を高くする圧縮機である。通常は溝数が 6 でねじ山数が 4 又は 5 の組合せとなっており、溝のロータはねじ山のロータの回転数の 2/3 又は 5/6 で回転する。オイルフリー式は両ロータの回転数を軸端に設けられたタイミングギヤで保ち、両ロータは接触しない。給油式の場合はねじ山のロータを駆動し、ねじ山から溝にトルクを伝えてロータを回転させる。この際、油を注入してねじ山と溝の潤滑を行うと同時に隙間のシールも行う。油の代わりに水を用いる水潤滑方式もある。なお、以上のように 2 本のロータで構成されるスクリュー圧縮機をツインスクリューと呼び、ロータが 1 本で 2 枚のゲートロータを持つタイプをシングルスクリューと言う。

液封容積形圧縮機は円筒のケーシング内に封液を入れ、羽根車を偏芯した位置で回転させることにより羽根と液面によって囲まれた空間の容積を縮小して昇圧する圧縮機である。ベーン圧縮機と同じ圧縮機構であるが、羽根車の羽根は固定されており、可動翼（ベーン）圧縮機のように羽根は出入りしない。ケーシング形状は円筒の他に楕円もあり、この場合羽根車は編芯せずケーシングの中心に取り付けられる。封液には通常水が使われ、回転により温度が上昇するので常に給水が必要となる。圧縮する気体に適した封液が用いられ、例えば塩素ガスに対しては濃硫酸が使用される。圧力比は 3.5 程度で回転数は 250～3500rpm である。

また、往復式容積形圧縮機は、シリンダ内のピストンの往復運動によって空間を縮小し圧力を高くする圧縮機で、最も古くから使用されている。往復式は吸入弁、吐出弁を有し、吐出配管側の圧力にほぼ等しい圧力までシリンダ内で圧縮するので、設計点以外で運転しても過圧縮や膨張を生じず効率が良い。また、1 段当たりの圧力比を高くとれるので他の圧縮機では不可能な非常に高い圧力まで圧縮できる。ピストンの両面で吸入、圧縮する複動形と片面でしか吸入、圧縮しない単動形があり、小型機は単動形が多い。シリンダの冷却はジャケット内に冷却水を流す水冷式と、シリンダ外周にフィンを設けてプーリにつけたファンで冷却する空冷式があるが、空冷式は小型機のみである。吸入弁、吐出弁の摩耗があり、クランク軸によりピストンの往復運動をするため完全に不釣合をなくすことは出来ず、振動が大きい。また、間欠的な吸入、吐出のため低周波の吸入音や吐出配管の気体の流れの脈動が大きい。シリンダ内でピストンが往復運動をする際に潤滑する給油式と、潤滑せずにカーボンやテフロンのリングを使ったり、あるいはシリンダと接触しないラビリンスを使ったりするオイルフリー式がある。横形圧縮機、Ｌ形圧縮機、対向形圧縮機、立形圧縮機、Ｙ形圧縮機、W形圧縮機、Ｘ形圧縮機は、シリンダの配置の違いを示す。

表 3.1.13.容積形圧縮機の種類

容積形圧縮機	回転式容積形圧縮機	可動翼容積形圧縮機
		ねじ容積形圧縮機
		液封容積形圧縮機
	往復式容積形圧縮機	横形圧縮機
		Ｌ形圧縮機
		対向形圧縮機
		立形圧縮機
		Ｙ形圧縮機
		W形圧縮機
		Ｘ形圧縮機

一方、JIS 規格で定められている圧縮機には、小形往復空気圧縮機がある。この規格が示す圧縮機の種類（適用範囲）を次表に示す。なお、これは日本標準商品分類の区分とは一致していないが、関連性が高いと思われる区分を参考として併せて次表に整理する。

表 3.1.14.JIS で定められた圧縮機とその適用範囲

JIS 番号	品目	適用範囲（概要）	【参考】関係性が高い日本標準商品分類の区分
JIS B8342	小形往復空気圧縮機	定格出力 11kW 以下の電動機又はこれに見合う内燃機関によって駆動される給油式、又は無給油式の最高圧力 0.2～1.0MPa の単動空冷 1 段往復空気圧縮機及び最高圧力 0.7～1.4MPa の単動空冷 2 段往復空気圧縮機で圧縮機本体、空気タンクの上に圧縮機本体を搭載したもの、圧縮機を防音カバーで覆ってあるものなどで、各種空気供給源として使用する圧縮機	番号 31222 往復式容積形圧縮機

なお、JIS B 8342 では次の事項を見やすいところに表示することとなっている。
名称及び規格番号、潤滑方式、電動機の定格出力（kW)、圧縮機の最高圧力（MPa)、圧縮機の回転速度（min^{-1})、圧縮機の最高圧力での空気量（L/min)、空気タンク容積（L)、空気タンクの最高許容圧力（最高使用圧力）（MPa)、製造業者名又は登録商標、 製造年又は製造番号。

②圧縮機メーカ

ユーザアンケート調査では、ユーザが使用している圧縮機のメーカを確認している。今回実施したユーザアンケート結果等から把握された圧縮機の生産・輸出入企業数は 28 社である。

表 3.1.15. 本調査で把握された圧縮機生産・輸出入企業数

圧縮機生産・輸出入企業	28 社

③圧縮機台数

機械統計の「一般機械　06　ポンプ、圧縮機及び送風機」における「圧縮機」の平成 25 年販売数量を次表に示す。

表 3.1.16. 機械統計による圧縮機の年間販売数量

品目	販売数量（台）	金額（百万円）
圧縮機	216,853	111,678
往復圧縮機	181,248	26,617
可搬形	166,861	9,310
定置形	14,387	17,307
回転圧縮機	35,285	55,694
可搬形	14,173	18,759
定置形	21,112	36,935
遠心・軸流圧縮機	320	29,367

一方、メーカアンケートより得られた圧縮機の国内出荷数は次表のとおり。参考まで、同じくメーカアンケートより得られた輸入台数と輸出台数を同表に示す。表中の「－」は該当する区分の出荷がなかったことを示す。

表 3.1.17.メーカアンケートによる圧縮機の年間国内出荷台数[3]

番号	区分	メーカアンケート 国内出荷台数（台）	【参考】 輸入台数(台)	【参考】 輸出台数(台)
312	圧縮機	46,701	271	2,632
3121	ターボ形圧縮機	－	－	167
31211	軸流式ターボ形圧縮機	－	－	－
31212	遠心式ターボ形圧縮機	－	－	167
31213	斜流式ターボ形圧縮機	－	－	－
3122	容積形圧縮機	38,778	2	2,096
31221	回転式容積形圧縮機	6,924	－	920
312211	可動翼容積形圧縮機	－	－	－
312212	ねじ容積形圧縮機	6,724	－	920
312213	液封容積形圧縮機	200	－	－
31222	往復式容積形圧縮機	31,854	2	1,176
312221	横形圧縮機	4,970	－	－
312222	Ｌ形圧縮機	－	－	－
312223	対向形圧縮機	－	－	－
312224	立形圧縮機	18,981	2	966
312225	Ｙ形圧縮機	4,290	－	10
312226	Ｗ形圧縮機	1,203	－	91
312227	Ｘ形圧縮機	－	－	－
312229	その他の往復式容積形圧縮機	2,410	－	109
3129	その他の圧縮機（冷凍機を除く）	7,923	269	369
31291	ポータブル圧縮機	－	－	－
31299	他に分類されない圧縮機	7,923	269	369

参考として、機械統計の品目に再整理可能な場合の国内出荷台数を機械統計の販売数量と並べて次表に示す。それぞれの集計区分が異なるため、メーカアンケート国内出荷数を機械統計の区分に合わせて整理できない区分については、その台数とカバー率を空欄とした。

表 3.1.18 機械統計とメーカアンケートによる圧縮機台数の比較

品目	機械統計 販売数量（台）	メーカアンケート 国内出荷台数（台）	アンケート カバー率（%）
圧縮機	216,853	46,701	21.5
往復圧縮機	181,248	31,854	17.6
可搬形	166,861		
定置形	14,387		
回転圧縮機	35,285	6,924	19.6
可搬形	14,173		
定置形	21,112		
遠心・軸流圧縮機	320		

[3] アンケートでは個別社の取引台数や規模を把握しているが、公開情報としてふさわしくないため、全アンケートの集計結果のみを示すこととする。なお「国内出荷台数」は国内に出荷された台数を示すため、【参考】に示した「輸入台数」が含まれ、「輸出台数」は含まれない。

④圧縮機効率

メーカアンケートより得られた圧縮機の効率（比エネルギー）のモータ定格出力ごとの平均値を次表に示す。表中の「－」はその区分に回答がなかったことを示す。

表 3.1.19.モータ定格出力区分ごとの圧縮機の平均効率

モータ定格出力区分(kW)	有効回答台数	平均効率(kW/(m³/h))	標準偏差(kW/(m³/h))
全体	35,810	0.14	0.03
～0.2 以下	883	0.18	0.03
0.2 超～0.4 以下	1,742	0.17	0.00
0.4 超～0.6 以下	-	-	-
0.6 超～0.75 以下	3,669	0.16	0.02
0.75 超～1.1 以下	-	-	-
1.1 超～1.5 以下	3,213	0.16	0.02
1.5 超～2.2 以下	4,586	0.15	0.01
2.2 超～3.0 以下	-	-	-
3.0 超～4.0 以下	6,171	0.15	0.01
4.0 超～5.5 以下	2,594	0.15	0.01
5.5 超～7.5 以下	4,189	0.14	0.02
7.5 超～11.0 以下	1,676	0.14	0.02
11 超～15 以下	1,158	0.12	0.03
15 超～18.5 以下	5	0.28	0.09
18.5 超～22 以下	1,047	0.10	0.03
22 超～30 以下	163	0.21	0.05
30 超～37 以下	4,091	0.10	0.02
37 超～45 以下	37	0.21	0.03
45 超～55 以下	140	0.14	0.07
55 超～75 以下	406	0.11	0.05
75 超～90 以下	13	0.20	0.03
90 超～110 以下	10	0.15	0.06
110 超～132 以下	1	0.21	0.00
132 超～160 以下	13	0.10	0.00
160 超～200 以下	3	0.16	0.04

⑤圧縮機効率算定方法

圧縮機の効率は次のJISによって定められた試験を行い、その結果から計算で求められる。

・ターボ形圧縮機：JIS B 8340 :2000　ターボ形ブロワ・圧縮機の試験及び検査方法

・容積形圧縮機　：JIS B 8341 :2008　容積形圧縮機－試験及び検査方法

JIS B 8341:2008はISO1217:1996をもとに作成された規格であるが、国内の実情を反映させるために技術的内容が変更されている。変更内容の詳細はJIS B 8341 :2008付属書JCに記載されている。なお、ISO1217は2009年に改訂されている。

【効率の種類】

圧縮機の効率としては①体積効率、②全等エントロピー効率、または全等温効率がある。

体積効率は容積形圧縮機に固有の効率で、ピストン、あるいは回転体の幾何的容積に基づく単位時間当たりのおしのけ量と実際の吐出量を吸込み状態に換算した値（実体積流量）の比である。この効率は圧縮機の漏れや隙間に関するもので機械設計上は重要な効率であるが、圧縮機の使用者にとっては直接的な意味の少ない効率であり、一般的に公表されることは無い。

全等エントロピー効率は、圧縮機の運転に必要な動力に対する理論上の動力の比である。すなわち、分母となるのは機械内部の軸受けやシール等による機械損失や漏れ損失も含め、圧縮機の駆動軸で必要とされる軸動力である。動力を電動機やエンジンから伝達するベルトや外部歯車機構の損失は含まないが、この損失の計測が難しい場合や駆動機も含めたパッケージ形の場合はこれらの外部損失を含めている。

以上の他、圧縮機の使用者にとっては、エネルギー消費の上で非常に重要な意味を持つ比エネルギーがある。比エネルギーは、吸込み状態に換算した実際の吐出流量あたりの軸動力であり、この値が小さい方が効率は良い。汎用圧縮機の場合、カタログ等に比エネルギーは明示されていない場合が多いが、吐出量と軸動力から求められ、機械選定の上での重要な指標となる。

体積効率 η_v（volumetric efficiency）

$$\eta_v = \frac{q_V}{V} \times 100[\%]$$

ここで q_v ：実際の吐出流量を吸込み状態に換算した体積流量（m^3/min）

V：圧縮機のおしのけ量（1回転あたりの幾何的排除体積×回転数 rpm）（m^3/min）

全等エントロピー効率 η_{ad}（isentropic overall efficiency）：下記以外の圧縮機

全等温効率 η_{is} (isothermal overall efficiency)：中間冷却を行うターボ形圧縮機

$$\eta_{ad} = \frac{L_{ad}}{L_s} \times 100[\%]$$

$$\eta_{is} = \frac{L_{is}}{L_s} \times 100[\%]$$

ここで L_{ad}：等エントロピー圧縮動力　kW

L_{is}：等温圧縮動力　kW

L_s：圧縮機の軸動力　kW

比エネルギー[4]（specific energy requirements）

$$W = \frac{L_s}{q_V}\left[\frac{kW \bullet min}{m^3}\right]$$

効率に関する実際の吐出流量と軸動力の計測の概要は次のとおりである。

【吐出流量の計測】

流量は JIS Z 8762 に規定のオリフィス、ノズル、ベンチュリ管等によって計測するが、ターボ形は一般的に流量が大きく管路径が大きいのでピトー管も使用される。また、軸動力 11kW 以下の小形容積形圧縮機等では、フロート形面積流量計による計測やタンクへの充填時間による計測も規定されている。なお、実際に計測した流量に対して、湿度による影響等、必要な補正を加えて実際の吸入状態の実体積流量を求める。

【軸動力の計測】

軸動力はトルク計を使用するか、または効率の分かっている電動機を使用して電力計によって入力を計測し、効率を乗じて電動機の出力を求める。いずれの場合も回転数等の必要な補正を行って軸動力を求める。

トルク計による軸動力計測の場合、圧縮機の入力軸と原動機の出力軸の間にトルク計を設置してトルクを計測し、回転数を乗じて動力を算出する。

$$\boldsymbol{L} = \boldsymbol{T} \times \frac{2\pi \boldsymbol{N}}{60} \times 10^{-3}\left[\boldsymbol{kW}\right]$$

ここで

L：動力

T：トルク　N・m

N：回転数　rpm

電動機による軸動力計測の場合、効率が正確に分かっている電動機で圧縮機を運転し、電動機への入力を電力計で計測し、効率を乗じて電動機の出力を求め、これを圧縮機の動力とする。電動機から圧縮機へのベルト或いは歯車装置等の伝導装置による損失が分かっている時はこれを除外する。

$$\boldsymbol{L} = \boldsymbol{L_{in}} \times \boldsymbol{\eta_m}\left[\boldsymbol{kW}\right]$$

ここで

L_{in}：電動機の入力　kW

η_m：電動機の効率

[4] 本報告書では比エネルギーの単位として主に(kW/(m³/h))を使用しているが、ここでは(kW/(m³/min)) とした。

（３）送風機

①送風機種類

送風機は様々な方法で区分することができる。日本標準商品分類では、314 番台を「送風機」としている。送風機の種類を次表に示す。なお、数字の桁数が増えるにつれて細かい区分を示すように整理されている。例えば、ファン（番号 3141）には軸流式ファン（番号 31411)、遠心式ファン（番号 31412）が含まれる。

表 3.1.20.日本標準商品分類にもとづく送風機の種類

番号	区分
314	送風機（排風機を含む。）
3141	ファン
31411	軸流式ファン
31412	遠心式ファン
314121	多翼ファン
314122	ラジアルファン
314123	ターボファン
314129	その他の遠心式ファン
3142	ブロワ
31421	ターボ形ブロワ
314211	軸流式ブロワ
314212	遠心式ブロワ
314213	斜流式ブロワ
31422	容積形ブロワ
314221	二葉ロータ形ブロワ
314229	その他の容積形ブロワ
31429	その他のブロワ
3149	その他の送風機

JIS B 0132:2005 において、送風機は標準空気の場合の送風圧 30kPa 未満のものを示し、ファンと同義として扱われている。また、ブロワは圧縮機の一部として整理され、圧縮機のうち有効吐出圧力が 200kPa 以下のものと整理されている。なお改正前の JIS B 0132:1984 においては、圧力上昇 10kPa 未満をファン、10kPa 以上 100kPa 未満をブロワとし、両者を合わせて送風機としていた。現行の日本標準商品分類は 1990 年に改定されたものであるため、1984 年時点の JIS を想定しているものと考えられる。

【ファン】

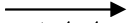
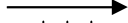
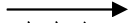
ターボ形のファンを軸流式と遠心式に区分する。

軸流式ファンは羽根の断面が翼形状となっており、軸方向に気体を送風する。送風機の中では効率が高い。翼の取り付け角度を停止時に調整したり、運転中に油圧、空気圧、電気的な動力などで翼角度を変えたりすることで、風量を調整することが可能となる。

表 3.1.21. ファンの種類

ファン	軸流式ファン	
	遠心式ファン	多翼ファン
		ラジアルファン
		ターボファン
		その他の遠心式ファン

遠心式ファンは気体が羽根車を径方向に通り抜けるファンである。このうち、多翼ファンはシロッコファンとも呼ばれ、多数の短い前向き羽根を持つ。なお、「前向き羽根」とは羽根車の羽根出口が回転方向と同じ方向に傾いている羽根のことである。ラジアルファンは放射状の直線羽根を持ち、ダストが羽根に付着しにくい構造である。ターボファンは後向きファンとも呼ばれ、回転方向に対して反対側に傾く羽根をもつ。遠心式ファンの種類と羽根形状を次表に整理する。

表 3.1.22. 遠心式ファンと羽根形状

多翼ファン（シロッコファン）	ラジアルファン	ターボファン（後向きファン）
前向き羽根 回転方向 羽根傾き	径向き羽根 回転方向 羽根傾き	後向き羽根 回転方向 羽根傾き

【ブロワ】

ブロワには、羽根車の回転運動によって気体にエネルギーを与えるターボ形ブロワと、密閉空間の容積変化によって気体を吸込み、吐出して圧力上昇を得る容積形ブロワがある。

ターボ形ブロワは、気体の流れ方向によって軸流式ブロワ、遠心式ブロワ、斜流式ブロワに分類される。

二葉ロータ形ブロワは、回転式の容積形ブロワの一種であり、まゆ形断面をした２個のロータが 90°回転位相をずらして取り付けられており、互いに逆方向に回転し、ロータとケーシングに囲まれた容積の気体を圧送する。２個のロータはそれぞれ軸端のタイミングギヤを介して回転し、ロータは互いに接触することはなく、また、ケーシングとの間隔も一定の隙間を保ちながら回転する。構造が簡単で取扱いも容易なため、空気、ガスの圧送や、真空ポンプとして吸引用にも使用される形式である。

表 3.1.23. ブロワの種類

ブロワ	ターボ形ブロワ	軸流式ブロワ
		遠心式ブロワ
		斜流式ブロワ
	容積形ブロワ	二葉ロータ形ブロワ
		その他の容積形ブロワ

一方、JIS 規格で定められている送風機には、多翼送風機、換気扇、軸流形電動機内装局部扇風機、遠心形局部扇風機がある。それぞれの規格が示す送風機の種類（適用範囲）を次表に示す。なお、これらの種類は日本標準商品分類の区分とは一致していないが、関連性が高いと思われる区分を参考として併せて次表に整理する。

表 3.1.24.JIS で定められた送風機とその適用範囲

JIS 番号	品目	適用範囲（概要）	【参考】関係性が高い日本標準商品分類の区分
JIS B8331	多翼送風機	V ベルト駆動及び電動機直動の遠心式多翼送風機で、その大きさが羽根外径 160mm から 1600mm までの、主に建築物の換気及び空気調和に用いられるもの	番号 314121 多翼ファン
JIS C9603	換気扇	家庭、事務所などで使う換気扇のうち、誘導電動機によって駆動される軸流形の羽根をもったもの	特になし
JIS M7612	軸流形電動機内装局部扇風機	定格出力 55kW 以下の交流誘導電動機を内装した軸流形局部扇風機であって、鉱山、土木・建設地下工事現場、その他局部的に換気を必要とする場所に使用する扇風機	特になし
JIS M7613	遠心形局部扇風機	定格 130kW 以下の 2 極及び 4 極三相誘導電動機とたわみ軸継手によって、直結又は電動機軸端に羽根車を取り付ける遠心形局部扇風機で、鉱山、土木・建築地下工事現場、その他局部的に換気を必要とする場所に使用する扇風機	特になし

なお、これらの JIS 規格適合品では表示事項を定めている。例えば、JIS B 8331 では、送風機の銘板に、送風機仕様（形式、呼び径、風量、静圧、回転速度、電動機出力）及び製造業者名又はその略号、製造年を記載することとなっている。

②送風機メーカ

ユーザアンケート調査では、ユーザが使用している送風機のメーカを確認している。今回実施したユーザアンケート結果等から把握された送風機の生産・輸出入企業数は 58 社である。

表 3.1.25.本調査で把握された送風機生産・輸出入企業数

送風機生産・輸出入企業	58 社

③送風機台数

機械統計の「06　ポンプ、圧縮機及び送風機」及び「28　回転電気機械」において、それぞれ「送風機（電気ブロワを除く）」と「電気ブロワ」が示されている。なお、機械統計における電気ブロワとは、電動機一体機器であり、共通軸の三相のものに限るとされている。この２つの区分を合わせた、送風機の平成 25 年販売数量を次表に示す。

表 3.1.26.機械統計による送風機の年間販売数量

品目	販売数量（台）	金額（百万円）
送風機	361,932	41,996
送風機（排風機を含み、電気ブロワを除く）	236,949	36,081
回転送風機	61,534	11,481
遠心送風機	142,599	19,225
軸流送風機	32,816	5,375
電気ブロワ	124,983	5,915

一方、メーカアンケートより得られた送風機の国内出荷数は次表のとおり。参考まで、同じくメーカアンケートより得られた輸入台数と輸出台数を同表に示す。なお、「－」は該当する区分の出荷がなかったことを示す。

表 3.1.27.メーカアンケートによる送風機の年間国内出荷台数[5]

番号	区分	メーカアンケート 国内出荷台数（台）	【参考】 輸入台数(台)	【参考】 輸出台数(台)
314	送風機　全体	235,095	35,140	1,222
3141	ファン	188,274	3,504	1,141
31411	軸流式ファン	2,424	－	4
31412	遠心式ファン	185,850	3,504	1,137
314121	多翼ファン	177,860	3,504	89
314122	ラジアルファン	159	－	－
314123	ターボファン	7,827	－	1,048
314129	その他の遠心式ファン	4	－	－
3142	ブロワ	31,681	31,636	－
31421	ターボ形ブロワ	44	－	－
314211	軸流式ブロワ	－	－	－
314212	遠心式ブロワ	36	－	－
314213	斜流式ブロワ	8	－	－
31422	容積形ブロワ	－	－	－
314221	二葉ロータ形ブロワ	－	－	－
314229	その他の容積形ブロワ	－	－	－
31429	その他のブロワ	31,637	31,636	－
3149	その他の送風機	15,140	－	81

参考として、機械統計の品目に再整理可能な場合の国内出荷台数を機械統計の販売数量と並べて次表に示す。それぞれの集計区分が異なるため、メーカアンケート国内出荷数を機械統計の区分に合わせて整理できない区分については、その台数とカバー率を空欄とした。

[5] アンケートでは個別社の取引台数や規模を把握しているが、公開情報としてふさわしくないため、全アンケートの集計結果のみを示すこととする。なお「国内出荷台数」は国内に出荷された台数を示すため、【参考】に示した「輸入台数」が含まれ、「輸出台数」は含まれない。

表 3.1.28. 機械統計とメーカアンケートによる送風機台数の比較

品目	機械統計 販売数量（台）	メーカアンケート 国内出荷台数（台）	アンケート カバー率（%）
送風機	361,932	235,095	65.0
送風機（排風機を含み、電気ブロワを除く）	236,949	203,414	85.8
回転送風機	61,534		
遠心送風機	142,599		
軸流送風機	32,816	2,424	7.4
電気ブロワ	124,983	31,681	25.3

④送風機効率

メーカアンケートより得られた送風機効率のモータ定格出力ごとの平均値を次表に示す。表中の「－」は、その区分に回答がなかったことを示す。

表 3.1.29. モータ定格出力区分ごとの送風機の平均効率

モータ定格出力区分(kW)	有効回答台数	平均効率(%)	標準偏差(%)
全体	233,195	41.76	12.63
～0.2 以下	68,714	44.39	1.21
0.2 超～0.4 以下	92,633	35.63	12.68
0.4 超～0.6 以下	-	-	-
0.6 超～0.75 以下	7,557	32.93	7.37
0.75 超～1.1 以下	270	80.00	0.00
1.1 超～1.5 以下	750	49.84	2.19
1.5 超～2.2 以下	6,099	62.23	8.70
2.2 超～3.0 以下	-	-	-
3.0 超～4.0 以下	33,551	36.37	5.92
4.0 超～5.5 以下	17,074	59.32	1.76
5.5 超～7.5 以下	66	54.32	5.53
7.5 超～11.0 以下	723	62.55	4.65
11 超～15 以下	3,948	72.97	8.53
15 超～18.5 以下	64	56.18	4.84
18.5 超～22 以下	36	56.18	4.90
22 超～30 以下	589	78.03	4.29
30 超～37 以下	290	62.48	5.05
37 超～45 以下	130	56.01	5.11
45 超～55 以下	467	77.51	1.82
55 超～75 以下	124	77.25	2.04
75 超～90 以下	5	65.40	7.91
90 超～110 以下	10	71.71	4.05
110 超～132 以下	17	74.95	5.32
132 超～160 以下	10	76.80	6.66
160 超～200 以下	6	77.92	3.03
200 超～375 以下	25	75.16	5.31
375 超～500 以下	12	77.49	4.68
500 超～1000 以下	9	80.66	4.24
1000 超～2000 以下	9	80.43	2.73
2000 超～5000 以下	7	82.76	1.17

⑤送風機効率算定方法

送風機の効率測定方法は次の２つの JIS 規格で規定されている。

・JIS B 8330「送風機の試験及び検査方法」

・JIS B 8340「ターボ形ブロワ・圧縮機の試験及び検査方法」

国際規格との関係としては、それぞれの付属書に対応国際規格である ISO5801:1997「Industrial fans – Performance testing using standardized airways」と ISO5389:1992「Turbocompressors – Performance test code」が翻訳され、対応する部分については技術的内容及び図表の様式を変更することなく規定されている。

なお、2010 年に ISO 12759:2010 「Fans - Efficiency classification for fans」が発行され、最高効率点における効率により等級が定められた。

送風機の効率を算定するためには、全圧空気動力 Lt、及び軸動力 L を測定する必要がある。具体的には、それぞれ次の値を測定する。

【全圧空気動力 Lt の測定】

圧力比 1.03 以下の場合、全圧空気動力 Lt =Q×P と表すことができるので、次のように測定・計算する。

Q：吸込空気量（m^3/s）はピトー管などを使用して管路断面積、動圧、空気密度から算出する。

P：全圧（Pa）はピトー管などを使用して計測する。

【軸動力 L の測定】

軸動力 L は駆動機から送風機へ入力される動力なので、例えばモータであればモータへ入力される電力または電流を測定して、モータの性能試験表を使ってモータの負荷率からモータ効率を読み取って軸動力 L を求めることができる。モータの性能試験表がない場合はトルクメータを駆動機と送風機の間に設置して、送風機へ入力されるトルクと回転速度を実測することによって入力動力を計算する。

【全圧効率の算定】

送風機の全圧効率 η t を次式で計算する。

η t＝Lt／L ×100 （%）

（4）真空ポンプ

①真空ポンプ種類

真空ポンプは様々な方法で区分することができる。日本標準商品分類では、3131 番台を真空ポンプとしている。真空ポンプの種類を次表に示す。数字の桁数が増えるにつれて細かい区分を示すように整理されている。なお、本調査ではドライポンプの区分を追加している。日本標準商品分類では「その他の機械ポンプ」に含まれるが、ヒアリング調査よりドライポンプの台数が多いと想定されたため、その他の機械ポンプとは別に、独自の区分を追加した。

表 3.1.30.日本標準商品分類にもとづく真空ポンプの種類

番号	区分
3131	真空ポンプ
31311	機械ポンプ
313111	水封ポンプ
313112	油回転ポンプ
313113	メカニカルブースタポンプ
（本調査用に追加）	ドライポンプ
313119	その他の機械ポンプ

【機械ポンプ】

ここでは真空ポンプのうち、機械ポンプに含まれるポンプを整理しているが、真空ポンプにはこれらの他にも多くの種類が存在する。

まず、真空ポンプは気体ため込み式真空ポンプと気体輸送式真空ポンプに分類され、気体輸送式真空ポンプはさらに運動量輸送式真空ポンプと容積移送式真空ポンプに分類される。この容積移送式真空ポンプが、日本標準商品分類における機械ポンプに相当する。

機械ポンプのうち、水封ポンプは、円形ケーシングと羽根車により本体を構成し、羽根車はケーシングと偏心した位置に取り付けられている。ケーシング内に封水を入れて羽根車を回転させると封水はケーシング内壁に沿ってリング状になり、羽根車の羽根によって囲まれた空間が回転する事により吸入・圧縮・排気の作用が連続的に行われる。

油回転ポンプには、回転翼型油回転真空ポンプ、カム型油回転真空ポンプ、揺動ピストン型油回転真空ポンプがある。回転翼型油回転真空ポンプは、ロータリーポンプとも呼ばれ、シリンダ内に偏心して組み込まれたロータに、2 枚のおのおの反対方向にスライドするベーンが組み付けられており、シリンダ内を 3 つの空間に分割している。分割された空間の容積はロータの回転とともに周期的に変化する。ガスは吸気口からポンプ容器内に入り、回転により吸気口がベーンにより閉じられた後、気体は圧縮され、排気弁より大気側に排出される。オイルはベアリング部の潤滑、冷却、ベーンとシリンダ部のシールの役割をする。カム型油回転真空ポンプは、円筒形ステータの中心に偏芯ロータが設置され、ロータの一部がステータと接触しながら回転する。吸気側・排気側のシールとして上下に動く翼板が設置されており、ロータが 1 回転する間にステータ・ロータ間の隙間空間を排気する。揺動ピストン型油回転真空ポンプは、ガイド部を摺動するピストンが偏心ロータの回転により上下首振り運動を行うことで、ピストン及びシリンダで囲まれた空間の容積を変化させて気体輸送を行う。

メカニカルブースタポンプは別名ルーツポンプともいう。２本のロータが駆動ギヤによりケーシング内で互いに反対方向に無接触で回転し、ロータとケーシングで囲まれた一定量の気体を吸気側から排気側へ移送する。

ドライポンプは油や液体を真空室内に使用しない真空ポンプであり、クリーンな真空が得られることから、電子・半導体産業などの分野でも利用されている。ドライポンプには、ルーツ型、クロー型、スクリュー型など、様々な構造のものがある。

表 3.1.31.機械ポンプの種類

機械ポンプ	水封ポンプ
	油回転ポンプ
	メカニカルブースタポンプ
	ドライポンプ
	その他の機械ポンプ

一方、JIS 規格で定められている真空ポンプには、水封式真空ポンプがある。この規格が示す真空ポンプの種類（適用範囲）を次表に示す。これは日本標準商品分類の水封ポンプと関連性が高い。なお、JIS 規格では吸込口径なども規定されている。

表 3.1.32.JIS で定められた真空ポンプとその適用範囲

JIS 番号	品目	適用範囲（概要）	【参考】関係性が高い 日本標準商品分類の区分
JIS B8323	水封式真空ポンプ	吸込口径 20～150㎜の一般用水封式真空ポンプで、共通ベース上で､50Hz 又は 60Hz 三相誘導電動機とたわみ軸継手によって直結されるもの及びＶベルト掛けによって連結されるもの	番号 31311 水封ポンプ

なお、JIS B 8323 では、銘板に、大きさ（吸込口径)、規定吸込負圧 54 kPa とその状態での吸込風量、回転速度、所要電動機の定格出力，製造業者名，製造番号及び製造年又はその略号を記入することとなっている。

②真空ポンプメーカ

ユーザアンケート調査では、ユーザが使用している真空ポンプのメーカを確認している。今回実施したユーザアンケート結果等から把握された真空ポンプの生産・輸出入企業数は 31 社である。

表 3.1.33.本調査で把握された真空ポンプ生産・輸出入企業数

真空ポンプ生産・輸出入企業	31 社

③真空ポンプ台数

機械統計の「一般機械　06　ポンプ、圧縮機及び送風機」における真空ポンプの平成 25 年販売数量を次表に示す。

表 3.1.34. 機械統計による真空ポンプの年間販売数量

品目	販売数量（台）	金額（百万円）
真空ポンプ	53,809	32,849

一方、メーカアンケートより得られた真空ポンプの国内出荷数を次表に示す。参考まで、同じくメーカアンケートより得られた輸入台数と輸出台数を同表に示す。なお、表中の「－」は、該当する区分の出荷がなかったことを示す。

表 3.1.35. メーカアンケートによる真空ポンプの年間国内出荷台数[6]

番号	区分	メーカアンケート 国内出荷台数(台)	【参考】 輸入台数(台)	【参考】 輸出台数(台)
3131	真空ポンプ	38,967	6,276	4,560
31311	機械ポンプ	38,967	6,276	4,560
313111	水封ポンプ	1,826	－	43
313112	油回転ポンプ	9,267	4,876	731
313113	メカニカルブースタポンプ	1,328	500	208
(本調査用に追加)	ドライポンプ	26,390	900	3,578
313119	その他の機械ポンプ	156	－	－

参考として、メーカアンケートによる国内出荷台数を機械統計の販売数量と並べて次表に示す。

表 3.1.36. 機械統計とメーカアンケートによる真空ポンプ台数の比較

品目	機械統計 販売数量（台）	メーカアンケート 国内出荷台数（台）	アンケート カバー率（%）
真空ポンプ	53,809	38,967	72.4

[6] アンケートでは個別社の取引台数や規模を把握しているが、公開情報としてふさわしくないため、全アンケートの集計結果のみを示すこととする。なお「国内出荷台数」は国内に出荷された台数を示すため、【参考】に示した「輸入台数」が含まれ、「輸出台数」は含まれない。

④真空ポンプ効率

真空ポンプの効率については、明確な指標がＪＩＳなどで規定されていないため、ここでは、その真空ポンプの到達圧力時の消費電力を示すこととする。なお、表中の「－」はその区分に回答が無かったことを示す。

表 3.1.37. モータ定格出力区分ごとの真空ポンプの到達圧力時の消費電力

モータ定格出力区分(kW)	有効回答台数	平均消費電力(kW)	標準偏差(kW)
全体	32,127	0.99	1.62
～0.2 以下	13,300	0.20	0.01
0.2 超～0.4 以下	314	0.15	0.08
0.4 超～0.6 以下	262	0.22	0.05
0.6 超～0.75 以下	9,247	0.73	0.09
0.75 超～1.1 以下	-	-	-
1.1 超～1.5 以下	1,455	0.60	0.33
1.5 超～2.2 以下	3,640	1.91	0.54
2.2 超～3.0 以下	511	0.73	0.14
3.0 超～4.0 以下	1,010	1.78	0.88
4.0 超～5.5 以下	953	3.69	0.82
5.5 超～7.5 以下	742	4.33	1.79
7.5 超～11.0 以下	397	5.48	2.34
11 超～15 以下	244	9.94	3.68
15 超～18.5 以下	5	4.62	0.00
18.5 超～22 以下	23	15.75	3.81
22 超～30 以下	24	24.00	0.00

⑤真空ポンプ効率算定方法

真空ポンプの測定方法は次の２つの JIS 規格で規定されている。

・JIS B 8316-1:1999「容積移送式真空ポンプ－性能試験方法－第 1 部：体積流量(排気速度)の測定」

・JIS B 8316-2:1999「容積移送式真空ポンプ－性能試験方法－第 2 部：到達圧力の測定」

それぞれ ISO1671-1:1993、ISO1607-2:1989 にもとづいているが、次の規格の発行に伴い、既に廃止となっている。

・ISO 21360-1: 2012「Vacuum technology -- Standard methods for measuring vacuum-pump performance -- Part 1: General description」

・ISO 21360-2: 2012「Vacuum technology -- Standard methods for measuring vacuum-pump performance -- Part 2: Positive displacement vacuum pumps」

これらの新しい ISO に対応するため、現在 JIS を改訂中である。

JIS B 8316-1、JIS B 8316-2 のそれぞれの規格の名称のとおり、これらは体積流量（排気速度）及び到達圧力を測定するための規格であり、機器効率については規定されていない。

３．１．２．流通

（1）ポンプ

①モータ調達

メーカアンケート及びヒアリングにより、モータの仕入先について確認した。

「ポンプに使用するモータを自社で製造しているか」という質問に対して、16 社のうち、2 社が自社でも製造していると回答し、その他の 14 社は他社からの購入のみであることが分かった。

「ポンプに使用するモータを自社で輸入しているか」という質問に対して、16 社のうち 6 社が輸入もしていると回答し、その他の 10 社は国内のみでの取引（自社内を含む）であることが分かった。

表 3.1.38.ポンプのモータ調達方法

アンケート協力社数	16 社
ポンプに使用するモータを自社で製造している	2 社
ポンプに使用するモータを自社で輸入している	6 社

②モータ種類

現在採用されているモータの種類は次表のとおりであり、IE1 相当が 58.8%、トップランナーモータである IE3 相当が 32.2%を占めている。

表 3.1.39.ポンプに採用されているモータの効率クラス

モータ効率クラス	台数	割合(%)
合計	518,767	100.0
ＩＥ１相当	304,855	58.8
ＩＥ２相当	12,772	2.5
ＩＥ３相当	167,037	32.2
ＩＥ４相当	726	0.1
その他	120	0.0
不明／無回答	33,257	6.4

また、メーカアンケートでトップランナーモータ採用計画について回答のあった 15 社のうち、12 社が、将来トップランナーモータ規制対象範囲内でのトップランナーモータの採用率を 100%と見込んでいる。このうち、達成時期は 2015 年 4 月とする回答が 8 社で最も多く、その他の社は無回答か、2016 年から 2018 年の間で回答していた。

③ポンプの流通

メーカアンケートで回答のあったポンプの流通形態について整理する。アンケート結果の分析に際して、工場組立を含む上流工程（部品の調達など）、工場組立後の下流工程（最終ユーザまで）に分けてそれぞれの回答数を整理した。すなわち、上流工程ではモータなどの材料が流通することとなり、①のモータ調達などがこの工程に含まれる。ポンプの流通は工場組立完了後から始まり、下流工程へと続くこととなる。なお、上流工程、下流工程に整理する際、例えば、上流工程は同じであるが、異なる下流工程が複数あると回答があった場合、上流工程で同じ回答が複数回カウントされている。逆に上流工程が異なり、下流工程が同じ場合も同様である。

他の回答との整理が難しい特殊な流通形態については、その他として表外に示す。また、表中の「－」は経由がないことを示す。

【上流工程】

表 3.1.40.ポンプ流通（上流工程）

部品調達	組立	回答数(件)
国内及び海外	自社国内工場	16
国内及び海外	自社海外工場	3
国内	自社国内工場	15
海外	自社国内工場	5
海外	自社海外工場	1

その他の上流工程：国内及び海外から完成品調達(OEM)－自社国内工場検査
海外部品調達－商社経由－自社国内工場組立

【下流工程】

表 3.1.41.ポンプ流通（下流工程）

経由１	経由２	経由３	ユーザ	回答数(件)
－	－	－	最終ユーザ	14
－	－	販売代理店[7]	最終ユーザ	11
－	－	商社	最終ユーザ	6
－	－	セットメーカ[8]	最終ユーザ	4
－	－	プラントメーカ[9]	最終ユーザ	2
－	－	設備業者[10]	最終ユーザ	2
－	－	特約店[11]	最終ユーザ	1
－	販売代理店	セットメーカ	最終ユーザ	1
－	販売代理店	プラントメーカ	最終ユーザ	1
－	販売代理店	設備業者	最終ユーザ	1
－	商社	販売代理店	最終ユーザ	2
－	商社	セットメーカ	最終ユーザ	4
－	商社	プラントメーカ	最終ユーザ	2
－	商社	設備業者	最終ユーザ	1
販売代理店	セットメーカ	設備業者	最終ユーザ	1

工場組立を完了した後の下流工程を確認すると、機器を使用する最終ユーザに至るまでに様々な経路があり、また、多くの関係者を経由することが分かる。なお、ヒアリング調査では、メーカが最終ユーザの使用実態を把握することができる場合もあるが、経由する関係者によっては最終ユーザの情報を全く確認できない場合もあるとのことであった。

このようにポンプ（及びこの後整理する圧縮機、送風機、真空ポンプ）の流通においては、メーカと最終ユーザ以外に多くの関係者が存在し、場合によっては、自身と取引相手より先の流通については確認することが難しいということに留意する必要がある。

---

[7] メーカとの契約により販売権を得て販売を代理する事業者
[8] ここではポンプ等を調達し、別の機械に組み込む事業者などが考えられる
[9] ここではポンプ等を調達し、工場設備一式を製造・設置する事業者などが考えられる
[10] ここではポンプ等を調達し、主に特定の設備の更新や新設を行う、プラントメーカより小規模な事業者などが考えられる
[11] 特約により販売代理店よりもメーカとの関係が強固な事業者

（２）圧縮機

①モータ調達

メーカアンケート及びヒアリングにより、モータの仕入先について確認した。

「圧縮機に使用するモータを自社で製造しているか」という質問に対して、7 社全てが製造してないと回答した。

「圧縮機に使用するモータを自社で輸入しているか」という質問に対して、7 社のうち 4 社が輸入もしていると回答し、その他の 3 社は国内のみでの取引であることが分かった。

表 3.1.42. 圧縮機のモータ調達方法

アンケート協力社数	7 社
圧縮機に使用するモータを自社で製造している	0 社
圧縮機に使用するモータを自社で輸入している	4 社

②モータ種類

現在採用されているモータの種類は次表のとおりであり、IE1 相当のモータが 82%を占め、トップランナーモータである IE3 相当のモータを使用しているのは 6.3%であった。

表 3.1.43. 圧縮機に採用されているモータの効率クラス

モータ効率クラス	台数	割合(%)
合計	46,701	100.0
ＩＥ１相当	38,302	82.0
ＩＥ２相当	469	1.0
ＩＥ３相当	2,930	6.3
ＩＥ４相当	－	－
その他	－	－
不明／無回答	5,000	10.7

なお、トップランナーモータ採用計画について回答のあった 6 社のうち、4 社が将来トップランナーモータ規制対象範囲内でのトップランナーモータの採用率を 100%と見込んでいる。この 4 社とも全て、計画の達成時期を 2015 年 4 月としている。

③圧縮機の流通

メーカアンケートで回答のあった圧縮機の流通形態について整理する。工場組立を含む上流工程（部品の調達など）、工場組立後の下流工程（最終ユーザまで）を分類する。なお、回答数に関する留意事項は「３．１．２．流通　（１）ポンプ　③ポンプの流通」の記述を参照のこと。表中の「－」は経由がないことを示す。

【上流工程】

表 3.1.44. 圧縮機流通（上流工程）

部品調達	組立	回答数(件)
国内及び海外	自社国内工場	8
国内	自社国内工場	1
海外	自社国内工場	1

【下流工程】

表 3.1.45. 圧縮機流通（下流工程）

経由１	経由２	経由３	ユーザ	回答数(件)
ー	ー	ー	最終ユーザ	1
ー	ー	販売代理店	最終ユーザ	3
ー	ー	商社	最終ユーザ	3
ー	ー	特約店	最終ユーザ	1
ー	商社	販売代理店	最終ユーザ	1
ー	商社	プラントメーカ	最終ユーザ	1
商社	販売代理店	セットメーカ	最終ユーザ	1

（３）送風機

①モータ調達

メーカアンケート及びヒアリングにより、モータの仕入先について確認した。

「送風機に使用するモータを自社で製造しているか」という質問に対して、11 社のうち 4 社が自社でも製造していると回答し、その他の 7 社は他社からの購入のみであることが分かった。

「送風機に使用するモータを自社で輸入しているか」という質問に対して、11 社のうち 3 社が輸入もしていると回答し、その他の 8 社は国内のみでの取引であることが分かった。

表 3.1.46.送風機のモータ調達方法

アンケート協力社数	11 社
送風機に使用するモータを自社で製造している	4 社
送風機に使用するモータを自社で輸入している	3 社

②モータ種類

現在採用されているモータの種類は次表のとおりで、不明／無回答の送風機が最も多かったが、効率クラスが記入されていたモータのクラスはそのほとんどが IE1 相当のモータであった。トップランナーモータである IE3 相当のモータは 0.1%である。

表 3.1.47.送風機に採用されているモータの効率クラス

モータ効率クラス	台数	割合(%)
合計	235,095	100.0
ＩＥ１相当	69,354	29.5
ＩＥ２相当	515	0.2
ＩＥ３相当	278	0.1
ＩＥ４相当	-	-
その他	24	0.0
不明／無回答	164,924	70.2

また、メーカアンケートでトップランナーモータ採用計画について回答のあった 9 社のうち、7 社が将来トップランナーモータ規制対象範囲内でのトップランナーモータの採用率を 100%と見込んでいる。このうち、達成時期は 2015 年 4 月とする回答が 5 社で最も多く、残りの 2 社はそれぞれ 2015 年 5 月、2016 年 4 月と回答している。

③送風機の流通

メーカアンケートで回答のあった送風機の流通形態について整理する。工場組立を含む上流工程（部品の調達など）、工場組立後の下流工程（最終ユーザまで）を分類する。なお、回答数に関する留意事項は「３．１．２．流通　（１）ポンプ　③ポンプの流通」の記述を参照のこと。表中の「－」は経由がないことを示す。

【上流工程】

表 3.1.48.送風機流通（上流工程）

部品調達	組立	回答数(件)
国内及び海外	自社国内工場	3
国内	自社国内工場	11
海外	自社国内工場	1
海外	自社海外工場	2

なお、その他の上流工程として「海外部品調達－自社海外工場組立」とした回答が２件あり、そのうち１件は自社国内工場で検査を行うとしていた。

【下流工程】

表 3.1.49.送風機流通（下流工程）

経由１	経由２	ユーザ	回答数(件)
－	－	最終ユーザ	4
－	販売代理店	最終ユーザ	3
－	商社	最終ユーザ	4
－	セットメーカ	最終ユーザ	2
－	プラントメーカ	最終ユーザ	2
販売代理店	プラントメーカ	最終ユーザ	2
販売代理店	販売店	最終ユーザ	1
商社	セットメーカ	最終ユーザ	4
商社	プラントメーカ	最終ユーザ	1
商社	設備業者	最終ユーザ	1

（4）真空ポンプ

①モータ調達

メーカアンケート及びヒアリングにより、モータの仕入先について確認した。

「真空ポンプに使用するモータを自社で製造しているか」という質問に対して、8 社のうち 1 社が自社でも製造していると回答し、その他の 7 社は他社からの購入のみであることが分かった。

「真空ポンプに使用するモータを自社で輸入しているか」という質問に対して、8 社のうち 4 社が輸入もしていると回答し、その他の 4 社は国内のみでの取引であることが分かった。

表 3.1.50.真空ポンプのモータ調達方法

アンケート協力社数	8 社
真空ポンプに使用するモータを自社で製造している	1 社
真空ポンプに使用するモータを自社で輸入している	4 社

②モータ種類

現在採用されているモータの種類は次表のとおりで、IE1 相当のモータが 76.5%を占め、トップランナーモータである IE3 相当のモータを使用しているのは 3.2%であった。

表 3.1.51.真空ポンプに採用されているモータの効率クラス

モータ効率クラス	台数	割合(%)
合計	38,967	100.0
ＩＥ１相当	29,815	76.5
ＩＥ２相当	4,341	11.1
ＩＥ３相当	1,249	3.2
ＩＥ４相当	－	－
その他	－	－
不明／無回答	3,562	9.1

また、メーカアンケートでトップランナーモータ採用計画について回答のあった 10 社のうち、9 社が将来トップランナーモータ規制対象範囲内でのトップランナーモータの採用率を 100%と見込んでいる。このうち達成時期を 2015 年 4 月とする回答が 4 社で最も多く、その他の 5 社は 2015 年 7 月から 2016 年 7 月の間で回答していた。

③真空ポンプの流通

メーカアンケートで回答のあった真空ポンプの流通形態について整理する。工場組立を含む上流工程（部品の調達など)、工場組立後の下流工程（最終ユーザまで）を分類する。なお、回答数に関する留意事項は「３．１．２．流通　（１）ポンプ　③ポンプの流通」の記述を参照のこと。表中の「ー」は経由がないことを示す。

【上流工程】

表 3.1.52.真空ポンプ流通（上流工程）

部品調達	組立	回答数(件)
国内及び海外	自社国内工場	4
国内	自社国内工場	18
海外	自社国内工場	3

この他「グループ会社の海外生産品を輸入、国内でオプション追加」などの回答が３件あった。

【下流工程】

表 3.1.53.真空ポンプ流通（下流工程）

経由１	経由２	経由３	ユーザ	回答数(件)
ー	ー	ー	最終ユーザ	5
ー	ー	販売代理店	最終ユーザ	6
ー	ー	商社	最終ユーザ	1
ー	ー	セットメーカ	最終ユーザ	2
ー	ー	修理業者	最終ユーザ	1
ー	販売代理店	セットメーカ	最終ユーザ	3
ー	商社	セットメーカ	最終ユーザ	4
ー	商社（卸）	商社（小売）	最終ユーザ	1
ー	商社	修理業者	最終ユーザ	1
ー	セットメーカ	商社	最終ユーザ	1
販売代理店	商社	セットメーカ	最終ユーザ	2
商社	セットメーカ	商社	最終ユーザ	1

３．１．３．使用状況

本項では、ユーザアンケートから得られた機器の使用状況について整理する。なお、ユーザアンケート実施に関する詳細は２．４．に整理しているが、アンケートの対象は省エネ法で規定された第一種及び第二種の「エネルギー管理指定工場等」である。よって、運転時間や負荷率などについては、日本国内における一般的な使用状況よりも大きくなる可能性があることに留意しなければならない。なお、ここで示す運転時間、負荷率は、機器ごとに記入された運転時間、及び負荷率を加重平均したものである。

（1）ポンプの使用状況

ユーザアンケートの結果からポンプの用途、運転時間、負荷率、制御方式について整理する。

①用途

ユーザアンケートの結果から得られた用途とその台数、及び台数割合は次表のとおりである。用途で最も大きな割合を占めたのは「送水、配水」であり、次いで「搬送」、「循環」となった。用途は回答者が自由に選択、あるいは記入できるようになっており、表に示された項目の中には、結果的に同じ用途を示すものもあると考えられる。例えば「空調」は空調に利用する冷水や温水を循環させるためのポンプであると推察されるが、「循環」にも空調用途の冷水や温水の循環が含まれている可能性がある。参考として選択された「用途」から推察される使用状況の例を脚注に示す。

表 3.1.54.ポンプの用途

用途区分	稼働機台数（台）	台数割合（%）
全区分合計	71,675	100.0
送水、配水[12]	31,123	43.4
搬送[13]	17,018	23.7
循環[14]	8,204	11.4
駆動[15]	4,634	6.5
排水[16]	4,246	5.9
空調[17]	1,864	2.6
洗浄[18]	1,152	1.6
送液、送油[19]	900	1.3
その他	727	1.0
不明・未記入	1,807	2.5

12 水道水の送水など
13 液体食品や化学合成物質の搬送など
14 機械冷却のための水の循環など
15 油圧駆動など
16 雨水や汚水の排水など
17 空調用の温水や冷水の循環など
18 コンピュータ部品の洗浄など
19 石油精製物、化学工業用液体の移送など

②運転時間

ユーザアンケートから得られた年間の平均運転時間は　5,224 時間／年である。

表 3.1.55.ポンプの運転時間

稼働機台数（台）	平均運転時間(h/年)	標準偏差（h/年）
71,294	5,224.0	2,962.4

③負荷率

ユーザアンケートから得られた機器運転時の平均負荷率は　0.71 である。

表 3.1.56.ポンプの負荷率

稼働機台数（台）	平均負荷率	標準偏差
71,294	0.71	0.18

④制御方式

ユーザアンケートから得られた制御方式とその台数、及び台数割合は次表のとおり。オンオフ制御が最も多く 63.2%、インバータ制御 15.4%である。

表 3.1.57.ポンプの制御方式

制御方式区分	稼働機台数（台）	台数割合（%）
全区分合計	71,696	100.0
オンオフ制御	45,302	63.2
インバータ制御	11,065	15.4
オンのみ	5,244	7.3
台数制御	4,512	6.3
その他の制御	480	0.7
不明・無回答	5,093	7.1

なお、それぞれの制御方式の概要は次のとおり。

オンオフ制御：機器が必要に応じて発動・停止を繰り返す制御

インバータ制御：電源周波数を変えてモータの回転数を変化させる制御

オンのみ：一定速度で回転し続け、特別な制御はしていない状況

台数制御：複数台を並列に設置し、運転台数の増減を行う制御

（2）圧縮機の使用状況

ユーザアンケートの結果から圧縮機の用途、運転時間、負荷率、制御方式について整理する。

①用途

ユーザアンケートの結果から得られた用途とその台数、及び台数割合は次表のとおり。用途で最も大きな割合を占めたのは「駆動」であり、次いで「送風」、「搬送」となった。ポンプと同様に、用途は回答者が自由に選択、あるいは記入できるようになっており、表に示された項目の中には、結果的

に同じ用途を示すものもあると考えられる。参考として選択された「用途」から推察される使用状況の例を脚注に示す。

表 3.1.58. 圧縮機の用途

用途区分	稼働機台数（台）	台数割合（%）
全区分合計	8,271	100.0
駆動[20]	4,351	52.6
送風（送気）[21]	1,758	21.3
搬送[22]	557	6.7
循環[23]	185	2.2
空気（ガス）圧縮[24]	142	1.7
洗浄[25]	85	1.0
その他	331	4.0
不明・未記入	862	10.4

②運転時間

ユーザアンケートから得られた平均運転時間は　5,684 時間／年である。

表 3.1.59. 圧縮機の運転時間

稼働機台数（台）	平均運転時間（h/年）	標準偏差（h/年）
8,181	5,684.2	2,692.4

③負荷率

ユーザアンケートから得られた平均負荷率は　0.71 である。

表 3.1.60. 圧縮機の負荷率

稼働機台数（台）	平均負荷率	標準偏差
8,181	0.71	0.20

④制御方式

ユーザアンケートから得られた制御方式とその台数、及び台数割合は次表のとおり。制御方式の概要はポンプの制御方式を参照のこと。

なお、ユーザアンケートの結果ではインバータ比率が 14.2%となった。現在スクリュータイプの圧縮機（ねじ容積形圧縮機）のインバータ比率はヒアリングによると 30%程度とも言われている。この二つの数値に差が生じている要因は二つ想定され、一つは、ユーザ使用機器は生産されてから既に年月が経過しており、古いタイプの機器には、インバータ制御が付与されていない可能性があるということである。もう一つはスクリュータイプ以外の種類の機器、すなわち例えばレシプロタイプ（往復式容積形圧縮機）のようなインバータ化されていない機器の保有割合が高いということである。

[20] エアシリンダ、エアモータの駆動など
[21] エアブロー、塗装、吹付など
[22] 紛体、流体の圧送など
[23] 天然ガス、都市ガス、水素、メタンの循環など
[24] 空気及び空気以外のガスの圧縮など
[25] 精密部品、機器、容器の洗浄など

表 3.1.61.圧縮機の制御方式

制御方式区分	稼働機台数(台)	台数割合 (%)
全区分合計	8,206	100.0
オンオフ制御	3,597	43.8
台数制御	1,955	23.8
インバータ制御	1,165	14.2
オンのみ	286	3.5
その他の制御	125	1.5
不明・無回答	1,078	13.1

（3）送風機の使用状況

ユーザアンケートの結果から送風機の用途、運転時間、負荷率、制御方式について整理する。

①用途

ユーザアンケートの結果から得られた用途とその台数、及び台数割合は次表のとおり。用途で最も大きな割合を占めたのは「送風（送気）」であり、次いで「排気（排風）」、「空調」となった。ポンプと同様に、用途は回答者が自由に選択、あるいは記入できるようになっており、表に示された項目の中には、結果的に同じ用途を示すものもあると考えられる。参考として選択された「用途」から推察される使用状況の例を脚注に示す。

表 3.1.62.送風機の用途

用途区分	稼働機台数（台）	台数割合 (%)
全区分合計	72,139	100.0
送風（送気）[26]	29,732	41.2
排気（排風）[27]	16,011	22.2
空調[28]	11,750	16.3
搬送[29]	2,705	3.7
吸引[30]	1,961	2.7
循環[31]	1,042	1.4
その他	802	1.1
不明・未記入	8,136	11.3

②運転時間

ユーザアンケートから得られた平均運転時間は　6,500 時間／年である。

表 3.1.63.送風機の運転時間

稼働機台数（台）	平均運転時間（h/年）	標準偏差（h/年）
71,516	6,500.2	2,666.1

26 冷却のための送風など
27 工場、ビルの排気など
28 ビル空調、クリーンルーム空調など
29 工場作業場におけるエア、粉粒体の輸送など
30 集塵、粉粒体の吸引による輸送など
31 室内空気の攪拌、循環など

③負荷率

ユーザアンケートから得られた平均負荷率は　0.82 である。

表 3.1.64.送風機の負荷率

稼働機台数（台）	平均負荷率	標準偏差
71,516	0.82	0.20

④制御方式

ユーザアンケートから得られた制御方式とその台数、及び台数割合は次表のとおり。オンオフ制御が最も多く 63.8%、インバータ制御 14.6%である。制御方式の概要はポンプの制御方式を参照のこと。

表 3.1.65.送風機の制御方式

制御方式区分	稼働機台数（台）	台数割合(%)
全区分合計	71,529	100.0
オンオフ制御	45,618	63.8
インバータ制御	10,443	14.6
オンのみ	3,471	4.9
台数制御	2,449	3.4
その他の制御	386	0.5
不明・無回答	9,162	12.8

（4）真空ポンプの使用状況

ユーザアンケートの結果から真空ポンプの用途、運転時間、負荷率、制御方式について整理する。

①用途

ユーザアンケートの結果から得られた用途とその台数、及び台数割合は次表のとおり。用途で最も大きな割合を占めたのは「吸引」であり、次いで「排気（排風)」となった。ポンプと同様に、用途は回答者が自由に選択、あるいは記入できるようになっており、表に示された項目の中には、結果的に同じ用途を示すものもあると考えられる。参考として選択された「用途」から推察される使用状況の例を脚注に示す。

表 3.1.66.真空ポンプの用途

用途区分	稼働機台数（台）	台数割合（%）
全区分合計	4,186	100.0
吸引[32]	2,996	71.6
排気（排風）[33]	772	18.4
駆動[34]	125	3.0
送水、配水[35]	74	1.8
搬送[36]	68	1.6
その他	72	1.7
不明・未記入	79	1.9

32 製造工程で部品を吸引・吸着するなど
33 密閉容器内のガス排気、半導体製造時のガス排気など
34 圧力差を利用した物の移動など
35 圧力差を利用した流体の移動など
36 吸着した物を運ぶなど

②運転時間

ユーザアンケートから得られた平均運転時間は　5,298 時間／年である。

表 3.1.67.真空ポンプの運転時間

稼働機台数（台）	平均運転時間（h/年）	標準偏差（h/年）
4,101	5,297.6	3,042.9

③負荷率

ユーザアンケートから得られた平均負荷率は　0.72 である。

表 3.1.68.真空ポンプの負荷率

稼働機台数（台）	平均負荷率	標準偏差
4,101	0.72	0.20

④制御方式

ユーザアンケートから得られた制御方式とその台数、及び台数割合は次表のとおり。なお、ヒアリングによればほとんどのドライポンプはインバータ制御機能が付与されているとのことであり、使用者によってはこのインバータ制御を意識せずに使用しているため「オンオフ制御」などを選択している可能性がある。制御方式の概要はポンプの制御方式を参照のこと。

表 3.1.69.真空ポンプの制御方式

制御方式区分	稼働機台数（台）	台数割合（%）
全区分合計	4,101	100.0
オンオフ制御	2,703	65.9
インバータ制御	562	13.7
オンのみ	508	12.4
台数制御	162	4.0
その他の制御	9	0.2
不明・無回答	157	3.8

３．２．機器の高効率化と課題

３．２．１．メーカにおける機器の高効率化手法と課題

メーカアンケートから得られた機器の高効率化手法とその課題について整理する。

モータを含めた機器全体の省エネルギー化のための手法は、「機器全体の高効率化」と「運転の適性化」に分類できる。「機器全体の高効率化」とは、効率の高いモータの採用や、機械部分の損失を低減することにより、モータと機械部分を高効率化することである。「運転の適性化」は、使用時の運転負荷に合わせて最適な機器運転を行うことである。

それぞれの主な手法は以下のとおり。

①機器全体の高効率化

- ＣＦＤ（Computational Fluid Dynamics：数値流体力学[37]）解析等による羽形状等の最適化
- メカニカルロス（機械損失[38]）の低減
- 逆流量の低減
- 効率の高いモータの採用

②運転の適性化

- 制御方式の工夫
- 仕様の最適化[39]

メーカアンケートでは、自社で採用、あるいは今後採用予定の高効率化の手法、及びそれに対する効率改善率、効率改善達成（予想）時期、製造や仕入コスト、及びコスト以外の影響を記入していただいた。なお、高効率化手法の達成時期は回答社によって自由に記述されており、すでに達成されたものもあれば、今後達成予定としているもの、新製品開発のタイミングなどの一定の周期で繰り返し達成するとしているものなどがある。

各社から得られた効率改善率を加重平均したものを「平均効率改善率」とする。

[37] 流体の運動に関する方程式をコンピュータで解くことによって流れを観察する数値解析手法
[38] 流体機械などの損失エネルギーの中で、軸受、しゅう動部分などの機械摩擦による損失エネルギー、および可動部分の流体摩擦による損失エネルギー
[39] 運転時の負荷に合った機器性能を提供すること

（１）ポンプの高効率化手法と課題

メーカアンケートによるポンプの高効率化手法と改善率を次表に示す。最も多くのメーカが高効率化手法として選択したのは、「ＣＦＤ解析等による羽形状等の最適化」であり、10 社が選択し、10 社平均の効率改善率は 4.4 ポイントである。

表 3.2.1.ポンプの高効率化手法と改善率

高効率化手法			回答数 （会社数）	平均効率改善率 （ポイント）
機器全体の高効率化	ポンプの高効率化	ＣＦＤ解析等による羽形状等の最適化	10	4.4
		メカニカルロスの低減	3	2.1
		逆流量の低減	2	0.6
	モータの高効率化	効率の高いモータの採用	8	2.6
運転の適性化	制御方法	制御方法の工夫	3	1.2
	仕様	仕様の最適化	1	10.0

また、メーカにおいて高効率機器を製造するにあたっての課題として、製造コスト、仕入コストの増加などが予想される。メーカアンケートで回答のあった高効率化手法とそれに伴うコスト増加率、及びコスト増加以外への影響を次表に整理する。「効率の高いモータの採用」が最もコストに影響があり、回答者の平均値で 27.9%の増加となった。コスト増加以外の影響としては、部品の互換性確保などの問題が指摘されている。

表 3.2.2.ポンプの高効率化手法と課題

高効率化手法	平均コスト 増加率(%)	コスト増加以外の影響
ＣＦＤ解析等による羽形状等の最適化	3.6	鋳物精度の向上が必要 取替え需要への対応が難しい 開発に時間を要する
メカニカルロスの低減	4.3	部品互換性を確保することが難しい
逆流量の低減	0.5	部品互換性を確保することが難しい
効率の高いモータの採用	27.9	新カタログの作成が必要 回転速度上昇により動力が上昇する ポンプ側設計仕様の変更が必要 部品互換性を確保することが難しい
制御方法の工夫	11.0	開発に時間を要する
仕様の最適化	0.0	（回答なし）

（２）圧縮機の高効率化手法と課題

メーカアンケートにより確認された高効率化手法と改善率の平均値を次表に示す。最も多くの社が高効率化手法として選択したのは、「効率の高いモータの採用」であり、5 社が選択し、5 社平均の効率改善率は 2.5 ポイントである。また「制御方式に工夫」は 3 社が選択し、平均 12 ポイントの効果が見込まれている。

表 3.2.3.圧縮機の高効率化手法と改善率

高効率化手法			回答数 （会社数）	平均効率改善率 （ポイント）
機器の 高効率化	圧縮機の高効率化	ＣＦＤ解析等による羽形状等の最適化	2	3.0
		メカニカルロスの低減	2	1.8
		逆流量の低減	−	−
	モータの高効率化	効率の高いモータの採用	5	2.5
運転の 適性化	制御方法	制御方法の工夫	3	12.0
	仕様	仕様の最適化	−	−

メーカアンケートで回答のあった高効率化手法とそれに伴うコスト増加率、及びコスト増加以外への影響を次表に整理する。「効率の高いモータの採用」が最もコストへの影響が大きいが、「制御方式の工夫」も同程度の増加率が示されている。コスト増加以外の影響について言及されていたのは、モータの始動トルクの問題のみであった。

表 3.2.4.圧縮機の高効率化手法と課題

高効率化手法	平均コスト 増加率(%)	コスト増加以外の影響
ＣＦＤ解析等による羽形状等の最適化	5.0	（回答なし）
メカニカルロスの低減	0.0	（回答なし）
効率の高いモータの採用	14.0	始動トルクが必要
制御方法の工夫	13.3	（回答なし）

（３）送風機の高効率化手法と課題

メーカアンケートにより確認された高効率化手法と改善率の平均値を次表に示す。最も多くの社が高効率化手法として選択したのは、「ＣＦＤ解析等による羽形状等の最適化」であり、８社が選択し、８社平均の効率改善率は 4.8 ポイントである。表中に示された手法以外に「省エネベルトの採用」という回答が１件あった。

表 3.2.5.送風機の高効率化手法と改善率

高効率化手法			回答数（会社数）	平均効率改善率（ポイント）
機器の高効率化	送風機の高効率化	ＣＦＤ解析等による羽形状等の最適化	8	4.8
		メカニカルロスの低減	2	6.5
		逆流量の低減	1	0.5
	モータの高効率化	効率の高いモータの採用	4	3.1
運転の適性化	制御方法	制御方法の工夫	－	－
	仕様	仕様の最適化	－	－

メーカアンケートで回答のあった高効率化手法とそれに伴うコスト増加率、及びコスト増加以外への影響を次表に整理する。「メカニカルロスの低減」が他の機器と比べても最もコストへの影響が大きい。「効率の高いモータの採用」によるコスト増加率は、圧縮機と同程度である。コスト増加以外の影響について言及されていたのは「効率の高いモータの採用」に関する影響のみであり、これはモータのトップランナー規制に伴い、短期間に様々な種類の機器に影響が及ぶことを示していると考えられる。

表 3.2.6.送風機の高効率化手法と課題

高効率化手法	平均コスト増加率(%)	コスト増加以外の影響
ＣＦＤ解析等による羽形状等の最適化	4.8	（回答なし）
メカニカルロスの低減	40.0	（回答なし）
逆流量の低減	0	（回答なし）
効率の高いモータの採用	13.8	新カタログの作成が必要

（4）真空ポンプの高効率化手法と課題

メーカアンケートにより確認された高効率化手法と改善率の平均値を次表に示す。最も多くの社が高効率化手法として選択したのは、「効率の高いモータの採用」であり、6 社が選択し、6 社平均の効率改善率は 6.3 ポイントである。なお「逆流量の低減」による効率改善率が高いが、回答したのは 1 社のみである。表中に示された手法以外に「圧縮技術の工夫」という回答が 1 件あった。

表 3.2.7.真空ポンプの高効率化手法と改善率

高効率化手法			回答数（会社数）	平均効率改善率（ポイント）
機器全体の高効率化	真空ポンプの高効率化	ＣＦＤ解析等による羽形状等の最適化	－	－
		メカニカルロスの低減	4	5.9
		逆流量の低減	1	70.0
	モータの高効率化	効率の高いモータの採用	6	6.3
運転の適性化	制御方法	制御方法の工夫	2	8.8
	仕様	仕様の最適化	－	－

メーカアンケートで回答のあった高効率化手法とそれに伴うコスト増加率、及びコスト増加以外への影響を次表に整理する。「効率の高いモータの採用」によるコスト増加率は 14.3%であり、圧縮機や送風機と同程度である。コスト増加以外の影響として示された「効率の高いモータの採用」に関する影響は、モータのトップランナー規制に伴い、短期間に様々な種類の機器に影響が及ぶことや、効率の高いモータを採用する場合の特性に関する課題を示している。

表 3.2.8.真空ポンプの高効率化手法と課題

高効率化手法	平均コスト増加率(%)	コスト増加以外の影響
メカニカルロスの低減	12.0	（回答なし）
逆流量の低減	10.0	（回答なし）
効率の高いモータの採用	14.3	切り替えに莫大な労力必要 回転速度が上昇する
制御方法の工夫	5.0	モータ設計が困難

３．２．２．ユーザにおける高効率機器導入の課題

ユーザアンケートで「現在使用している機器を高効率な機器に更新する際に生じる課題」を確認している。アンケートでは課題として、「一般的な機器よりもコストがかかる」「取り合い点の変更が必要」「工場ラインの設計変更が必要」「その他」という４つの選択肢から該当する課題を全て選択し、また、その他を選択した場合は別途記入してもらうこととしている。次表は４つの選択肢の回答数を整理したものである。なお、この設問ではポンプ、圧縮機、送風機、真空ポンプの区別をしていないため、機器共通の課題となっている。

表 3.2.9.ユーザにおける高効率機器導入に対する課題

課題	回答数
一般的な機器よりもコストがかかる	682
取り合い点の変更が必要	419
工場ラインの設計変更が必要	216
その他	109

その他の選択肢を選び、その内容について記入のあった 101 件についてその整理結果を次表に示す。

表 3.2.10.ユーザにおける高効率機器導入に対する「その他」の課題

その他の課題	回答数
ランニングコスト削減効果が小さく、投資回収年数が大きい。	16
仕様が限られており（例えば防爆仕様）省エネタイプの機器を選択しにくい。	11
連続稼働を止められない。更新作業時間を長くとれない。	9
性能や形状が変わると単純に更新できない。コストも高くなる。	9
高効率機器は耐久性が低く感じられる。	8
更新前後で品質が変わらないことを検証する必要がある。	7
基本的に故障・停止まで使用する。順調に稼働しているものをわざわざ更新する必要がない。	6
高効率機器は納期が遅い。	4
稼働率が低いため、高効率機器である必要性が低い。	3
機器台数が多く、省エネ目的だけで更新はできない。	3
機種が変わると、予備機、予備品の管理が必要となる。	3
高効率モータの場合、同能力で逆に電流が高くなる場合がある。	3
機器更新を自社で判断できない（管理運営業務担当、プラントメーカに依存、親会社に依存など）。	3
部品調達のしやすさ、メンテナンスのしやすさ。	2
効率の高いモータは始動電流が大きい。	2
対象機器の納入実績が少ない。	2
他	10

コスト以外の観点では、高効率機器の信頼性について問題視している回答が複数見られる。(「高効率機器は耐久性が低く感じられる。」「高効率機器は納期が遅い。」「対象機器の納入実績が少ない。」)また、現場で現状維持が優先されるいくつかの理由が示されている。(「連続稼働を止められない。更新作業時間を長くとれない。」「更新前後で品質が変わらないことを検証する必要がある。」「基本的に故障・停止まで使用する。順調に稼働しているものをわざわざ更新する必要がない。」「機種が変わると、予備機、予備品の管理が必要となる。」「部品調達のしやすさ、メンテナンスのしやすさ。」）これらの理由は機器に依存する問題ではなく、工場生産現場など、使用される場所に起因した問題であると考えられる。

３．２．３．トップランナー制度導入を想定した場合の課題

ポンプ、圧縮機、送風機、真空ポンプをトップランナー制度の対象機器とする場合の課題等について、ヒアリング等により得られた指摘事項を機器の「製造」「流通」「使用」の各区分別に整理する。

（1）ポンプ

表 3.2.11.ポンプに関する指摘事項

	機器をトップランナー制度の対象とする場合	現状（モータがトップランナー制度の対象）
製造	✓ ポンプメーカは数百社に上り、各社が自社の得意とする分野を持って住み分けている。効率改善のために設計変更が必要となった場合、モータ効率改善は対応できるが、羽根車の設計などは技術力が必要なため、対応できない社が出てくると思われる。 ✓ ポンプは技術的には作りやすいものであるが、新規参入が少ないのは、ポンプを作るための型の製造に多大なコストがかかるためである。効率を上げるためには新たに型を作る必要があるため、準備期間が必要である。型作りのための設備投資や減税措置などもあると良い。 ✓ ポンプには多種多様な用途がある。汚水用ポンプには、異物などをとにかくすべて流すことが求められている。井戸の中で使わなければならないようなポンプは細く作らなければならず、大きさの制約がある。耐熱性が必要な物もある。多段ポンプは効率が悪くなりやすく摩擦も増える。液体・水のみのポンプについては効率を上げることが可能であろうが、ポンプの種類は様々なので、制度の対象範囲を決める必要があるだろう。ＥＵの規制対象範囲などが参考になるだろう。	✓ トップランナーモータの規制導入により、モータが高効率化すると、今までよりもモータが大きくなることが多い。その場合、今まで使用していた筐体などに入らなくなるという問題が生じる可能性がある。
流通	✓ あるポンプの稼働状況は、１日１～２時間程度で、どんなに長くても８時間くらい。稼働時間が短いので、省エネ製品を作っても、購入者のメリットは少ない。価格差相当の費用を回収するには年月がかかりすぎて、通常の投資対象にはなりにくい。 ✓ インバータを採用すると価格は２倍程度になるものもある。普及のためには差額の補助なども考えられるだろう。 ✓ 選ぶ人（設備工事事業者）、使う人（ユーザ）、買う人（オーナー）が異なるのが問題。設備工事事業者に高いポンプを選ばせるためには、オーナーへの働きかけが必要。 ✓ ６割は取り替え需要。４０年前のポンプが使われていることもある。基本的に部品さえ供給していれば修理可能。古いポンプと同型のものに更新したいという要望もある。	✓ モータ価格が上昇しており、その上昇分をどうするか。他社、特に海外メーカなど、モータ規制を受けないメーカとの競争がある場合に、価格転嫁は難しい。
使用	✓ ポンプの機械的な効率改善はたかだか数%。それよりも回転制御による効果が大きい。 ✓ 一定速度で運転していても問題の無いところにはインバータは必要ない。負荷が運転開始時とその後で変わってくるようなものにはインバータは適切であるが、ポンプについてはそうでない使われ方も多く、適切な流量の製品を提供することが重要。 ✓ お客様から見れば、定格出力よりも実際の消費電力の方が重要な指標である。メーカとしてお客様にとって有益な情報を提供することが重要。	✓ これまでのモータとトップランナーモータでは大きさが異なることと、単にモータを交換した場合に、効率の高いモータが必要以上の仕事をしてしまい、結果として使用現場で省エネにならない可能性がある、ということの２点が問題。

なお、「現状（モータがトップランナーの対象）」に関する課題等の記載が少ないが、これは今回のヒアリング調査が主に「機器をトップランナーの対象とする場合」の問題点について議論したものであり、その議論の過程で得られた現状の課題を切り分けて記載したためである。記載事項が少ない、あるいは記載事項が無い場合でも、課題等が無い訳ではないことに留意する必要がある。

（2）圧縮機

表 3.2.12.圧縮機に関する指摘事項

	機器をトップランナーの対象とする場合	現状（モータがトップランナーの対象）
製造	✓ 基準によって、国内への参入障壁が高くなる一方で、海外への輸出障壁にもなりかねない。つまり、海外で高い効率が求められていない場合、高効率なものは相対的に価格が高くなるため、競争力が失われる。海外用に製品を作れば、大量生産によるコスト低下の恩恵が活かせない。 ✓ 機器としては完成域にあって、これ以上の効率改善は難しい。 ✓ 費用をかけてもできるところを選んでターゲットとすることが必要であろう。小型で壊れたら買い替えるような圧縮機には、効率基準は効果を発揮できないのではないか。 ✓ トップランナー制度を導入する際には、対象を絞るということが必要であろうが、対象範囲の圧縮機が日本の消費電力量削減にどの程度貢献するのか、検討する必要がある。 ✓ 用途や形式などで区分は細かく分かれるだろう。ドライヤ内蔵タイプなどもある。スクリュー圧縮機といっても、オイルフリー、オイル入り、水封の３種類がある。制御方式も様々であり、区分は難しいだろう。 ✓ 空気圧縮機は２段圧縮の方が高効率のため、高効率を追求すると２段圧縮機のみとなってしまうことも考えられる。機械は大きくなり、価格は上がり、購入者の選択肢は狭まるのではないか。 ✓ 他の規制も含め、できるだけ世界共通にして欲しい。 ✓ 高圧ガス規制法など、他の規制もあり、高効率化には十分な準備期間が必要。	✓ 効率が高くなるとモータの大きさが大きくなることがある。新製品については設計変更で対応できるが、モータの交換需要には対応できない状況が生じている。
流通	✓ インバータ機はランニングコストの低減によって、２年程度で価格差相当の金額を回収することが可能であるが、特に小型機を購入する場合においては、ランニングコストよりも初期投資額を気にする場合が多いと言えるだろう。 ✓ 省エネ性能の高い機器を普及させるのであれば、補助金などの方が有効ではないか。 ✓ 中小企業で、一日８時間しか使わず、２年後にその製造ラインがどうなるか分からないようなところは、とにかく今の投資を減らしたいので安い機器を選ぶ。この選択肢を排除してしまうことにならないか。	✓ モータ価格が上昇し、入手が困難な状況にある。
使用	✓ 制御による省エネには可能性があり、インバータ制御を導入することで大きな省エネ効果が見込める。 ✓ 定格運転で効率を比較するとインバータ機の方が、インバータのロスで効率が低くなることもある。これではインバータ機が評価されないことになり、実態と合わないことになってしまう。 ✓ 使われ方が様々で、確かに無駄な電力が消費されていることを考えると、機器規制よりも、エア漏れや使われ方などを診断して、適切な運用、適切な機器を提案する診断のようなものがあった方が、効果が高いと思われる。 ✓ 負荷変動は使われ方によって様々である。	（ヒアリングで課題等を確認することはできなかった）

（３）送風機

表 3.2.13.送風機に関する指摘事項

	機器をトップランナーの対象とする場合	現状（モータがトップランナーの対象）
製造	✓ 量産品については効率基準を設定可能かもしれないが、一品ものの受注生産品は規制には向かないように思われる。 ✓ 規制対象と対象外を区分することが必要であろうが、この境界をどこに置くか（例えば、流量と圧力で製品性能を評価した時、規制の対象の境界をどこに置くか）、その理由を示すことが難しいだろう。 ✓ トップ効率製品とのギャップが大きい区分の製品をやめてしまうという判断を迫られる企業もあるだろう。 ✓ 耐しょく性のファンは樹脂で作られており、羽根が一般的な鉄製のものよりも厚く、鉄製ファンと同じように効率を上げるということは難しい。 ✓ 特殊用途では効率よりもメンテナンスのしやすさ、信頼性などが重視される。 ✓ 効率改善のためには金型から作り直す必要があり、コストがかかる。 ✓ 現在販売している形状の送風機では効率改善の取り組みを過去から行ってきており、今後さらに改善するのは難しい。 ✓ 規制値によっては基準を満たすことができない事業者が多く出てきてしまうことを危惧する。 ✓ すでに効率改善には取り組んでおり、これ以上の改善は難しい。	✓ モータのトップランナー化では、ＩＥ３を既に作っている海外のメーカが強く、国内産業にダメージを与えてしまった可能性があるのではないかと考えている。 ✓ 送風機などの機器を輸入すると、モータ規制対象外というのは、国内産業に対してはマイナスではないか。これにより海外製品との競争で価格転嫁が難しい状況になっている。他国の規制はどちらかというと国内産業の保護を考えているように思える。 ✓ 年間の出荷台数が非常に少ない特殊な用途で使用される送風機であるにもかかわらず、モータの効率改善が求められ、モータメーカが作らない可能性が出てきている。製品が供給できないということがないようにしなければならない。 ✓ モータの取合い寸法が変更となって、モータを変更するときに追加の投資が必要となるという状況にも注意が必要。 ✓ ＩＥ１とＩＥ３の両方を在庫しなければならず、在庫量が増えている。 ✓ モータの納期は遅れている。ただし過渡的な現象と考えている。 ✓ 次のモデルチェンジのタイミングでＩＥ３を採用する。それまでは今年度中に入手したＩＥ１モータを使用する予定。
流通	✓ 送風機の高効率化で価格が上昇した場合、その組込みメーカは送風機分の価格転化はできるかもしれないが、それと共に生じる変更に係るコストアップ分については価格転嫁が難しいだろう。 ✓ 高効率だからこれまでよりも高く売れるということは無いだろう。これはマイナーチェンジのレベルである。よって価格に反映させるならば、新製品を作らなければならない。 ✓ 商社やプラントメーカでは、能力が出れば価格を抑えたいという意識が働くことがあり、この場合、エネルギー消費量はあまり問題視されない。	✓ モータ価格アップについてはこれまで客先にずっと説明してきており、ご理解いただいている。しかしそれに伴う送風機の調整で生じるコストアップ分については通常の送風機製造の範囲内とみなされてしまい、販売価格に反映することは難しいだろう。 ✓ モータ価格が上昇しており、その上昇分をどうするか。他社、特に海外メーカなど、モータ規制を受けないメーカとの競争がある場合に、価格転嫁は難しい。 ✓ 定価にはモータ価格上昇分を反映している。販売価格は競争の中で決まる。 ✓ ＩＥ１の在庫がある限り、修理などはＩＥ１で対応するが、無くなればＩＥ３にする。
使用	✓ 効率のピークだけで評価すると、実際の運転時はその効率点で運転されていない場合が多いため、結局省エネにならない、ということもありえる。トップランナー基準に対応することで価格が高くなっても、省エネになるならば、お客様に説明できる。使ってみて結局省エネになっていない、というようなことが無いような基準づくりが求められる。 ✓ 互換性の問題が生じないようにしなければならない。もちろん企業として、そのように作る努力はするが、どうしても寸法や流量を変えざるを得ない場合には、新規の案件は良いが、取り替え時には問題が生じるだろう。	✓ モータのトップランナー化の課題は、モータの大きさが異なることと、モータが必要以上の仕事をしてしまい、結果として省エネにならない可能性がある、ということである。 ✓ 交換でＩＥ３モータを入れ、効率が上がるとモータの極数に応じた理論的な回転数に近づく。このままでは流量が増えるだけで省エネにならない。省エネのためには調整が必要。

（4）真空ポンプ

表 3.2.14.真空ポンプに関する指摘事項

	機器をトップランナーの対象とする場合	現状（モータがトップランナーの対象）
製造	✓ 日本だけ特殊な規制をかけると、機器の種類を増やす必要が生じるなどの理由により、アジアなどの他の市場で不利になる可能性がある。 ✓ 高効率化を進められる用途と、そうでない用途があるだろう。 ✓ 用途によってはインバータで省エネを図ることができるだろう。ドライポンプはインバータ化されＤＣモータが使われているものもある。揺動ピストン型は起動トルクが必要なのでＤＣモータは難しい。回転翼型はＤＣモータ化が可能。 ✓ 排気口からの逆流量を抑え込むことで効率が改善する。全ての用途に使える訳ではなく、空気や窒素を引く場合に使用可能。 ✓ 区分は必須。特に用途が重要。その他、大きさや機器の構造で効率は異なるだろう。 ✓ 真空ポンプには用途や寿命、コストなどの必要な要素があり、それに合わせた様々なポンプが存在している。これら様々な真空ポンプに合わせた規格を作るのは難しいだろう。また、例えばドライポンプという一つのポンプをとっても使われ方（使う側の要求）は様々である。そこに一律に効率規制をかけるのは難しいのではないか。ドライポンプでこういう使われ方をする場合（こういう業界向けの場合）などと分ければ可能かもしれない。	（ヒアリングで課題等を確認することはできなかった）
流通	✓ 真空ポンプは他の機器の一部となる（印刷機械の一部、など）が多く、その機械にはもっと大きなモータが採用されており、そちらの消費電力の方が大きいという状況では、真空ポンプの効率はあまり問題視されない。 ✓ 使えなくならない限り使い続けるというのが主流だろう。全てメンテナンス可能であり、モータも交換可能。	✓ トップランナーモータの場合、使用する材料が増え、効率も改善されることが明確なため、モータメーカは値段を上げることができる。真空ポンプは客先（組込みメーカ）に価格を転嫁できない状況。これは国内の組み込みメーカに販売する際にも、海外メーカ等と競争しなければならないからである。このような状況が生まれないようにすることが必要。
使用	✓ 到達圧力での電力が小さくても、実際の運転はもっと高い圧力の場合もあり、そこでの電力は高いという機器もある。どちらの機器の効率が良いかというのは難しい問題。到達圧力時の電力が小さくなるようにしている機器もあるが、実際に省エネかどうかは疑問である。基準を設定する際には気をつけなければならないだろう。	（ヒアリングで課題等を確認することはできなかった）

３．３．国際動向調査

ポンプ、送風機、圧縮機の三機器の規制導入が進んでいる国・地域としてEU、米国、中国、韓国、豪州の規制動向、並びに三機器の国際規格の検討状況について調査を行った。

３．３．１．各国・地域の規制

（1）各国・地域の規制状況概要

各国の規制状況を以下、一覧で示す。参考にモータ規制についての動向を付記する。

表 3.3.1.各国規制状況

		EU	米国	中国	韓国	豪州
ポンプ	効率基準[40]	●	▲	●	○	○
	表示	●	―	―	○	○
圧縮機	効率基準	▲	▲	○	―	▲
	表示	―	―	○	―	―
送風機	効率基準	●	▲	○	○	▲
	表示	●	―	○	○	―
真空ポンプ	効率基準	―	―	―	―	―
	表示	―	―	―	―	―
参考：モータ規制[41]	規格番号	IEC60034-30-1	NEMA MG1-12-11	GB18613-2012	KS C 4202	AS/NZS1359.5:2004
	IE3規制開始時期	2015.1.1（IE3またはIE2+インバータ）	2010.12.19	2016.9.1	2015.1.1	2006.4.1（IE2-IE3の間）
	対象出力	0.75-375kW	0.75-373kW	0.75-375kW	0.75-200ｋW	0.73-185kW
	規制対象外例	水中モータ、他製品（ポンプ、ファンなど）がモータと一体化され分離して単独で試験ができないもの	機械組み込み形、インバータ駆動専用	他製品（ポンプ、ファンなど）がモータと一体化され分離して単独で試験ができないもの、インバータ駆動専用	カテゴリー[42]Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ	水中モータ、一体型ギヤモータ

「●」＝強制、「○」＝任意、「▲」＝検討中、「－」＝現在なし

40 製品が満たすべき基準のことを日本では「エネルギー消費効率」、欧州・中国では「要求効率」、韓国では「効率」、豪州では「MEPS基準」と呼んでいるが、それらを総称してここでは「効率基準」とする。
41 参考資料：一般社団法人日本電機工業会WEBサイト「低圧三相インダクションモータの海外高効率化動向（2014年10月22日改訂）
42 カテゴリーⅠ：汎用モータ。カテゴリーⅡ：大部分の汎用用途にも使用できる特定用途モータ。カテゴリーⅢ：規制対象外となる特定用途モータ。カテゴリーⅣ：規制対象外となる特殊用途モータ。カテゴリーⅤ：「モータ」の適用範囲外。

品目毎の適用範囲、規格番号、施行時期、罰則有無、国際規格との関連性を以下、一覧で示す。各国毎の詳細は（２）以降に記載する。

【ポンプ】

表 3.3.2.各国ポンプの適用状況

	EU	中国	韓国	豪州
適用範囲	送水ポンプ(Lot11)	清水遠心ポンプ	地上設置用ポンプ、水中設置用ポンプ（清水用・排水用・工事用）	680 リッター以上の貯水力のある家庭用スイミングプール、スパプール
規格番号	(EU) No 547/2012	GB19762-2007	-	AS 5102.1-2009
規格内容	最低エネルギー効率の遵守	エネルギー効率制限値(M)[43]、目標エネルギー効率制限値(M)、省エネ評価値(V)、の遵守	地上設置用はポンプ効率、水中設置用は総合効率、の遵守	最低エネルギー効率の遵守
罰則	あり（加盟国毎に異なる）	あり	なし	なし
施行時期	2013.1.1	2008.7.1	2012.8	2010.4[44]
試験方法	EN1151:2006	GB/T13007	-	AS5102.1-2009
国際規格との関連性	なし	回転ポンプ水力性能受渡試験（ISO9906：1999MOD）=GB/T13007 遠心ポンプの技術仕様（ISO9908：1993）	参考規格 ISO9906 Rotodynamic pumps-Hydraulic performance acceptances tests-Grades 1and 2	なし
備考	（以下が追加された） Lot28：排水ポンプ、 Lot29：大型ポンプ -プール、噴水、水族館用	2005 年 5 月 13 日初版公布「清水遠心ポンプのエネルギー効率制限値及び省エネ評価値」の改訂	なし	なし

【圧縮機】

表 3.3.3.各国圧縮機の適用状況

	中国
適用範囲	容積形空気圧縮機 （直付け可搬型往復空気圧縮機、小形往復空気圧縮機、完全無給油式往復空気圧縮機、汎用固定式往復空気圧縮機、汎用油冷式スクリュー空気圧縮機、汎用油冷式シングルスクリュー空気圧縮機、汎用油冷式ベーン空気圧縮機）
規格番号	GB19153-2009
規格内容	エネルギー効率制限値の遵守、エネルギー効率等級の適合
罰則	あり
施行時期	2009 年 12 月 1 日
試験方法	GB/T3835-1998
国際規格との関連性	eqv ISO 1217:1996（容積形圧縮機の受入試験）、eqv ISO 3857:1977（容積形圧縮機の用語　総則）
備考	2003 年公布「容積形空気圧縮機のエネルギー効率制限値及び省エネ評価値」の改訂

43 (M)：強制　(V)：任意
44 2014 年より強制基準に移行予定となっているが、移行した記録は見当たらなかった。

【送風機】

表 3.3.4.各国送風機の適用状況

	EU	中国	韓国
適用範囲	125 W～500 kW（≧125 W、≦500 kW）の電源入力による電気モーターとともに使用する、または電気モーターを装備し、インペラを最適エネルギー効率点で駆動するよう設計されているもの	汎用遠心送風機及び軸流送風機、産業用蒸気ボイラー用遠心誘引送風機、発電用ボイラー用遠心送風機及び誘引送風機、発電用軸流送風機、空調用遠心送風機	・厨房用・浴用及び事務所用の換気扇 ・建築物や一般工場の吸気、排気、換気および空調用等として使用される遠心送風機 ・圧力比が 1.1 以上または吐出圧力が 10kPa 以上であり、電動機駆動方式のターボブロアー
規格番号	(EU) No 327/2011	GB19761-2009	-
規格内容	最低エネルギー効率の遵守	エネルギー効率制限値の遵守、エネルギー効率等級の適合	最低エネルギー効率の遵守
罰則	あり（加盟国毎に異なる）	あり	なし
施行時期	2013.1.1	2010.9.1	2012.3
試験方法	EN/ISO5801	GB/T10178、GB/T1236	-
国際規格との関連性	なし	ISO5801＝GB/T1236	ISO 5389 TURBOCOMPRESSORS
備考	（以下が追加された） Lot10：コンフォートファン(206/2012)、 Lot10：住居用換気扇(1253/2014) Lot6：エアコンと換気システム(1253/2014)	2005 年 5 月 13 日初版公布「送風機のエネルギー効率制限値及び省エネ評価値」の改訂	なし

各国品目毎のラベル制度の概観を下表一覧で示す。
各国毎の詳細は、（２）以降に記載する。

表 3.3.5. 各国ラベル制度概要

	EU	中国	韓国	豪州
規則	エコデザイン指令（CE[45]マーキング）	エネルギー効率ラベル管理弁法	高効率エネルギー機資材普及促進に関係する規定	省エネラベル表示制度
監督者	欧州委員会	NDRC[46]、AQSIQ[47]	KEMCO[48]	産業科学研究省
ポンプ	CEマーク	なし	エナジーボーイ 高効率機器証明書	省エネラベル
圧縮機	なし	中国能効標識	なし	なし
送風機	CEマーク	中国能効標識	エナジーボーイ 高効率機器証明書	なし
罰則	あり（加盟国毎）	あり	なし	なし

45 CE マーク：Communauté Européenne（欧州の法律に適合している＝仏語）
46 NDRC：National Development and Reform Commission(中華人民共和国国家発展改革委員会)
47 AQSIQ：General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China (中国国家質量監督検査検疫総局)
48 KEMCO：Korea Energy Management Corporation(韓国エネルギー管理公団)

（２）EU

①概観

EU（欧州連合）では Directive on Eco-Design of Energy Using Products（以下 EuP 指令※）と呼ばれる、環境配慮設計に関する指令がある。2005 年 7 月 6 日に欧州議会で正式に採択された。発効は 2005 年 8 月 11 日。欧州委員会エネルギー総局にあるエコデザイン諮問フォーラム(Eco-design Consultation Forum)が実施する。

EuP 指令では輸送機器を除く、以下の 3 点を満たすエネルギー使用機器が対象となっている。

1)年間販売台数が EU 域内で相当量に上る（目安は 20 万台以上）

2)環境に影響がある

3)大きなコスト負担を掛けることなく環境に対する影響を改善できる

電機電子機器メーカは EuP 指令による設計要求を満たす必要がある上、環境マネジメント・システムを導入したり、CE マークを添付したりといった作業を強いられる。ただし EuP 指令の条件を満たせば、EU 加盟国の個別規制に左右されることなく域内で自由に取引が可能となる。

※EuP 指令（Directive on Eco-design of Energy-using Products）（欧州議会・理事会指令 2005/32/EU）
　および ErP 指令（Directive　on Energy related Products）（欧州議会・理事会指令 2009/125/EC）

A.　EuP 指令は、2005 年 8 月発効の環境配慮設計に関する「枠組み」指令で、規制対象は、輸送機器を除くエネルギー使用機器のうち、年間販売台数が EU 域内で 20 万台以上、環境に影響があり、大きなコスト負担なしで環境負荷の改善が可能などの条件がある。地球温暖化防止対策の 1 つでもある。また、本指令に適合することは、CE マーキング取得の条件にもなっている。対象製品は個々に基準が定められており、本指令は、RoHS 指令や WEEE 指令等を補完するものといわれている。また、その後、対象製品が EuP から ErP　(Energy related Products、エネルギーの消費に間接的に影響を与えるもの）に拡大され、「エネルギー関連製品のエコデザイン指令」（ErP 指令）として、2009 年 11 月 20 日に発効している。　適合製品には、エコラベルの貼付が義務付けられる。

B.　実施措置

a.EuP 指令発効後、第一次 Working Plan 着手に先行して、2005 年から 2008 年の間に 24 のプロダクツ・グループが実施措置採択を目標として策定され、このうち 13 のプロダクツ・グループの実施措置が施行済みとなっている。

b. 第一次 Working Plan

EuP 指令に基づき、2009 年から 2011 年の期間に実現すべき実施措置として 10 製品グループの策定が発表されている。

c. 第二次 Working Plan

ErP 指令に基づき、2012 年から 2014 年の期間に実現すべき措置が 2012 年 12 月に発表された。

三機器のうちポンプ（ウォーターポンプ)、ファンが本規制の対象となっており、圧縮機については現在欧州委員会で検討中である。

【EU 指令と EN 規格 European Standards (ENs)の関係】

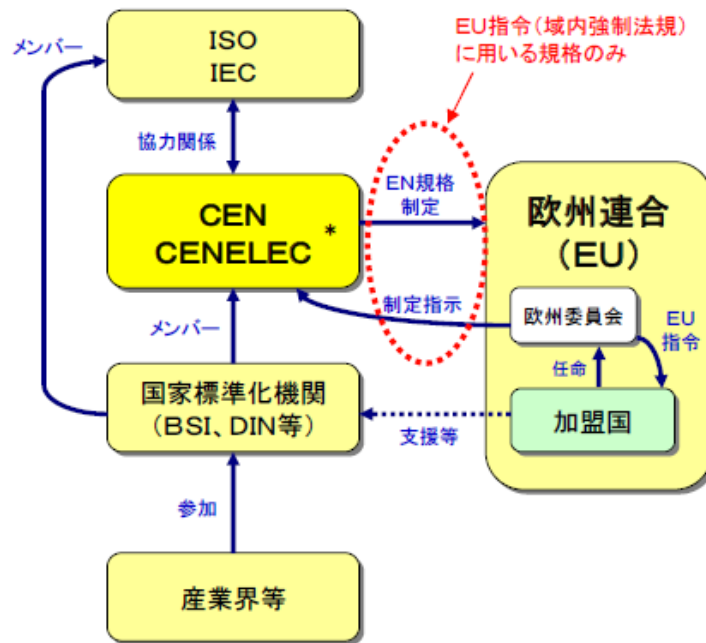



図 3.3.1　EU 指令と EN 規格の関係図[49]

EU 指令：EU では条約などの第一次法とそれ以外の第二次法に分類される。第二次法には適用範囲と法的拘束力の強弱によって（1）規則（Regulation）、（2）指令（Directive）、（3）決定（Decision）、（4）勧告・意見（Recommendation/Opinion）の 4 種類がある。エコデザイン指令（ErP 指令（2009/125/EC））はこの第二次法のなかの指令に当たる。

EN 規格：EN 規格は製品の技術的要件が記された欧州の統一規格であり、技術分野別に CEN(欧州標準化委員会)や CENELEC(欧州電気標準化委員会)、ETSI(欧州通信規格協会)などの規格策定機関（Standardisation Organisations (ESOs)）が EN 規格策定要請（規格策定に対する要請”Standardization Mandate”）を欧州委員会から受けて策定し発行する。EN 規格が策定された後にその規格は加盟国における自国の規格として採用されることが義務付けられている。

ErP 指令：省エネの促進を目的に環境に配慮した設計を義務付けた EU の規制「エネルギー関連製品（Energy related Produc：ErP）のエコデザインに関する枠組み指令（エコデザイン指令）」のこと。この指令は 2009 年 11 月 20 日に発効。同指令ではエネルギー関連製品を「その使用によってエネルギー消費に影響を及ぼす上市、またはサービス供与されるあらゆる製品」と定義[50]している。

---

[49] 出典：経済産業省　主要国における国際標準戦略
[50] 出典：CENELEC(欧州電気標準化委員会) EN 規格に関する概説
http://www.cenelec.eu/aboutcenelec/whatwestandfor/supportlegislation/europeanmandates.html
欧州委員会による概説
http://ec.europa.eu/enterprise/policies/european-standards/standardisation-requests/index_en.htm

【エコデザインの検討プロセス】

１．基礎調査 欧州委員会は、製品の市場データ・技術状況等を含む事前調査を実施し調査する。欧州委員会はこの調査を受けて、制度の見直しや制度導入に関する提案を含む作業文書(Working Document：提案書に相当する）を作成する（この作業には通常 18 ヶ月から 24 ヶ月掛かる。この作業には産業界や NGO などがコメントできる関係者会合を含む)。本作業文書は専門家や関係者及び加盟国に提示される。 ↓ **２．諮問フォーラム** 一ヶ月後、内容を議論するためにエコデザイン諮問フォーラムの場で作業文書の提案内容を議論する。本フォーラムは、加盟国の政府代表者、業界団体、消費者団体、環境団体から選ばれた代表者で構成される。 ↓ **３．エコデザイン規制委員会の審議** 欧州委員会は規制案(draft regulation)を作成し、インターサービスコンサルテーション(Inter-service Consultation)に提出する。これは欧州委員会内の他の総局などに周知する作業である。規制案がエコデザイン規制委員会(Regulatory Committee)に送付される前に、世界貿易機関(World Trade Organization - WTO)に通報される。最終ドラフト案はエコデザイン規制委員会による投票に付される。規制委員会には加盟国から 1 人ずつ代表が参加している。修正があれば議論できる。一定基準を満たす大半の賛成投票が必要。 ↓ **４．欧州議会の審議** 提案が大半により承認された後、最終文書は欧州議会(European Parliament)に提出され、加盟国により異議が出た場合、和解調停措置がとられる。 ↓ **５．EU 公報（EU Official Journal）** 最終規則が欧州委員会により承認され、正式に EU 公報(EU Official Journal)に掲示され、加盟国による実施となる。

【罰則】

加盟国は、エコデザイン指令（2009/125EC）に従って採択された国家規定への違反に適用される罰則に関する規則を制定しなければならず、また罰則が確実に実施されるよう、必要とされるあらゆる措置を講じなければならない。

＜英国における施行と罰則例＞

現状ではエコデザイン指令を施行する MSA（市場監査機関）として環境規制チームが置かれ、治安判事裁判所で最大 5000￡の罰金をを伴う刑事罰（措置）を科す制裁措置が実施されている。

②基準エネルギー消費効率、測定方法及び表示方法[51]

【ポンプ】

A．概要

電気モーターシステムの一部を形成するウォーターポンプは、様々な注排水工程において必要不可欠なものである。これらポンプシステムについては、費用効果の高い形で、エネルギー効率を全体で約 20～30%改善できる可能性がある。削減達成の多くはモータによるものであるが、エネルギー効率の良いポンプの使用もまた、改善に貢献する要因の 1 つに挙げられる。電気モーターシステムには、モータ、駆動体、ポンプ、ファン等、複数のエネルギー関連製品が含まれる。ウォーターポンプは、こうした製品の 1 つである。モータについては、欧州委員会規則（EC）640/2009 (2)において別途、最低要求事項が策定されている。それゆえ、当規則においては、モータを除くウォーターポンプの水力性能に関する最低要求事項のみ規定する。

ポンプの使用段階におけるエネルギー消費は、ライフサイクルの全段階の中で最も著しい環境側面であって、年間電力消費量は 2005 年で 109 TWh にのぼり、これは、CO2 排出量 50 Mt 分に相当する。こうした消費を制限するための措置を講じなかった場合、エネルギー消費量は 2020 年には 136 TWh まで増加すると予測されている。結果報告では、使用段階における電力消費量は大幅に改善可能であると結論付け、2020 年までには、何らの措置を講じなかった場合と比較して、推算 3.3 TWh 分のエネルギー節約を実現することを目指している。

規則の発効から 4 年以内に、技術的進歩の速度を考慮して当規則の見直しを行い、また、当該の見直し結果について諮問フォーラムに提出するものとする。見直しは、製品アプローチの範囲拡大を採択することを目的として行う。

B．ポンプ対象範囲

他製品に組み込まれたものを含む、浄水揚水用のターボ形ウォーターポンプ[52]。

ポンプの材料に関わりなく適用される。取扱液は清水（clean water）が対象で、水の気体含有量の合計が飽和量を超えず、非吸水性の遊離固形成分含有量が最大 0.25 kg/m³ であり、溶解固形成分含有量が 50 kg/m³ である水を意味する。－10° C まで水の凍結を防止するために必要な添加物については、考慮しない。適用範囲は、以下の全 5 種類。

[51] 記載内容は ECCJ による仮訳である。

[52] 「ターボ形ウォーターポンプ（rotodynamic water pump)」とは、流体動力によって浄水を運ぶウォーターポンプを意味する。

表 3.3.6. 対象ポンプの種類と定義

種類	定義
片吸込み型単段直結ポンプ（ESOB：End suction own bearing）	グランド軸封式で片吸込み型単段のターボ形ウォーターポンプであって、比速度 n（6～80 rpm）における最大吐出し圧力 16 bar、最小定格流量 6 m^3/h（1.667×10－3 m^3/s）、最大軸動力 150 kW、公称回転速度 1,450 rpm での最大揚程 90 m、 公称回転速度 2,900 rpm での最大揚程 140 m となるよう設計されたもの
片吸込み型単段直動ポンプ（ESCC：End suction close coupled）	ポンプ本体内のインペラとモータとを連結する軸部分が密封されていることを意味する。駆動部であるモーターコンポーネントまで流体が進入することはない。
インライン型ポンプ（ESCCi：End suction close coupled inline）	ポンプの入水口とポンプの出水口が同一軸上にあるウォーターポンプを意味する。
立型多段ポンプ（MS-V：Vertical multistage）	グランド軸封式の多段（i＞1）のターボ形ウォーターポンプであって、インペラが垂直方向の回転軸に取り付けられ、吐出し圧力最大 25 bar、公称回転速度 2,900 rpm、最大流量 100 m^3/h（27.78×10－3 m^3/s）となるよう設計されたもの
水中多段深井戸ポンプ（MSS：Submersible multistage）	多段（i＞1）のターボ形ウォーターポンプであって、公称外径が 4 インチ（10.16 cm）または 6 インチ（15.24 cm）であり、深井戸内で、動作温度 0° C～90° C の範囲において、公称回転速度 2,900 rpm で動作するよう設計されたもの

適用除外は、以下の４種類。

1）特に、－10°C 未満または 120°C 超での浄水揚水用に設計されたウォーターポンプ。

2）消防用途専用に設計されたウォーターポンプ。

3）容積型ウォーターポンプ[53]

4）自吸型ウォーターポンプ[54]

C．ポンプ要求効率

●測定および計算方法

水圧ポンプの効率は、低温の浄水[55]で、フルインペラ径の最高効率点（BEP）[56]、部分負荷（PL）[57]、過負荷（OL）[58]に相当する揚程および流量において測定する。

最高効率点（BEP）における要求最低効率の計算には、次の公式を使用する。

$(\eta_{BEP})_{min\ requ} = 88.59\ x + 13.46\ y - 11.48\ x^2 - 0.85\ y^2 - 0.38\ x\ y - C_{pump\ Type,rpm}$

このとき、

$x = \ln(n_s)$、$y = \ln(Q)$ 。ln＝自然対数、Q＝流量（単位：m^3/h）、n_s＝比速度（単位：min^{-1}）、C＝表に記載された値を意味する。C の値は、ポンプのタイプと公称回転速度、最低効率指標（MEI）[59]の値によって決まる。

[53] 一定量の浄水を閉じ込めて、この水をポンプ出口へと押し出すことによって浄水を運ぶウォーターポンプ

[54] 水の充填量が少ない場合でも始動および／または可動が可能である浄水揚水用ウォーターポンプ

[55] 「低温の浄水（Clean cold water）」とは、ポンプの試験に使用する、最大動粘度 1.5×10－6 m^2/s、最大密度 1,050 kg/m^3、最高温度 40° C の浄水を意味する。

[56] 「最高効率点（BEP：Best efficiency point）」とは、低温の浄水で水圧ポンプの最高効率が測定される、ウォーターポンプの運転点を意味する。

[57] 「部分負荷（Part load）」（PL）とは、BEP で流量が 75%となる、ウォーターポンプの運転点を意味する。

[58] 「過負荷（Over load）」（OL）とは、BEP で流量が 110%となる、ウォーターポンプの運転点を意味する。

[59] 「最低効率指数（MEI：Minimum Efficiency Index）」とは、BEP、PL、OL における水圧ポンプの効率を表す無次元の尺度単位を意味する。

比速度 n_s[60]は次式で表される。

$$ns = n \cdot \frac{\sqrt{Q_{BEP}}}{(1/iH_{BEP})^{\frac{3}{4}}} \times \left[\min^{-1}\right]$$

表 3.3.7.最低効率指数（MEI）およびこれに対応する C 値[61]（ポンプのタイプおよび回転速度による）

MEI に対応する C 値 / $C_{PumpType,rpm}$	MEI＝0.10	MEI＝0.40
C (ESOB, 1,450)	132.58	128.07
C (ESOB, 2,900)	135.60	130.27
C (ESCC, 1,450)	132.74	128.46
C (ESCC, 2,900)	135.93	130.77
C (ESCCi, 1,450)	136.67	132.30
C (ESCCi, 2,900)	139.45	133.69
C (MS-V, 2,900)	138.19	133.95
C (MSS, 2,900)	134.31	128.79

部分負荷（PL）および過負荷（OL）条件に関する要求事項は、流量 100%の場合（η_{BEP}）の値に比べて若干低く設定されている。

$(\eta_{PL})_{min, requ} = 0.947 \times (\eta_{BEP})_{min, requ}$

$(\eta_{OL})_{min, requ} = 0.985 \times (\eta_{BEP})_{min, requ}$

効率性はすべて、(トリミングのない）フルインペラに基づいている。立型多段ポンプについては、3 段（i＝3）バージョンで試験を行う。水中多段深井戸ポンプについては、9 段（i＝9）バージョンで試験を行う。特定の製品構成において上記段数のモデルが提供されていない場合、製品構成で 2 番目に段数の多いモデルを試験対象として選択する。

●エコデザイン要求事項

(a)2013 年 1 月 1 日より､ウォーターポンプは最低効率について以下の条件を満たさなければならない。

- 最高効率点（BEP）において、少なくとも要求最低効率(η BEP) min requ に到達していること。
- MEI＝0.1 での C 値を用いて計算した場合、部分負荷（PL）において、少なくとも要求最低効率(η PL) min requ に到達していること。
- MEI＝0.1 での C 値を用いて計算した場合、過負荷（OL）において、少なくとも要求最低効率(η OL) min requ に到達していること。

(b)2015 年 1 月 1 日より、ウォーターポンプは以下の条件を満たさなければならない。

- MEI＝0.4 での C 値を用いて計算した場合、最高効率点（BEP）において、少なくとも要求最低効率(η BEP) min requ に到達していること。
- MEI＝0.4 での C 値を用いて計算した場合、部分負荷（PL）において、少なくとも要求最低効率(η PL) min requ に到達していること。
- MEI＝0.4 での C 値を用いて計算した場合、過負荷（OL）において、少なくとも要求最低効率(η OL) min requ に到達していること。

60 「比速度（Specific speed)」(n_s）とは、揚程、流量、回転速度（n）によりウォーターポンプのインペラ形状を特徴づける寸法値（dimensional value）を意味する。

61 「C 値」とは、ポンプのタイプごとの効率の違いを定量化する、ウォーターポンプのタイプごとに定められた定数を意味する。

●市場監視検証

加盟国当局は、各モデルにつき 1 台で試験を行い、試験結果に関する情報を他の加盟国当局に提供する。

最高効率点（BEP)、部分負荷運転点（PL)、過負荷運転点（OL）の各条件において測定した水圧ポンプの効率（ηBEP、ηPL、ηOL）が、規定された値を、5%を超えて下回らない場合、モデルは当規則で規定した条項を遵守しているものと見なす。結果を達成していない場合、後の試験においてユニット 3 つの最高効率点（BEP)、部分負荷運転点（PL)、過負荷運転点（OL）の各相加平均が、規定された値を、5%を超えて下回らない場合、本条項を遵守しているとみなす。

●指標となるベンチマーク

当規則の発効時点において指標となる市場で入手可能な最高性能のウォーターポンプのベンチマークは、最低効率指数（MEI）≧0.70 である。

Ｄ．ポンプ表示事項

2013 年 1 月 1 日より、エコデザイン要求事項で言及し、次に示す箇条(1)～(15)で規定したウォーターポンプに関する情報を、はっきり見える形で以下に表示すること。

(a)ウォーターポンプの技術文書

(b)ウォーターポンプ製造者のアクセス無料のウェブサイト

情報は、箇条(1)～(15)に記載した番号順に提示すること。箇条(1)および(3)～(6)で言及した情報は、ウォーターポンプの銘板上またはその近隣に、恒久的な形で表示すること。

(1)最低効率指数： *MEI* ≧ ［x.xx］

(2)定型文：「最高効率のウォーターポンプのベンチマークは、MEI ≧ 0.70 です」、または、「ベンチマーク MEI ≧ 0.70」という表示。

(3)製造年

(4)製造者の名称または商標、商業登記番号、製造者所在地

(5)製品のタイプおよびサイズの識別表記

(6)トリミングされたインペラの場合は水圧ポンプの効率（%）［xx.x］、または、これに代わる表示

(7)ポンプの性能曲線、効率特性を含む

(8)定型文：「トリミングされたインペラを使用するポンプの場合は、通常、フルインペラ径のポンプに比べて効率が低くなります。インペラをトリミングすることによって、ポンプを一定の仕様点に合わせ、エネルギー消費量を抑えています。最低効率指数（MEI）は、フルインペラ径に基づいています」

(9)定型文：「このウォーターポンプを、システムにおけるポンプの役割に適した可変速駆動装置を使用した制御などによって、様々な仕様点で使用すると、効率性および経済性をより高められる場合があります」

(10)最終寿命に到達した際の、分解、リサイクル、廃棄に関する情報

(11)温度－10°C 未満での浄水揚水専用に設計されたウォーターポンプの場合の定型文：「－10°C 未満専用に設計されています」

(12)温度 120°C 超での浄水揚水専用に設計されたウォーターポンプの場合の定型文 :「120°C 超専用に設計されています」

(13)－10°C 未満または 120°C 超での浄水揚水用に設計されたウォーターポンプの場合、製造者は必ず、関連する技術的パラメータおよび使用している特性について説明しなければならない。

(14)定型文 :「ベンチマークとなる効率性に関する情報は、［www.xxxxxxxxx.xxx］でご覧いただ　けます」

(15)図で示した見本に基づく、ポンプの MEI＝0.7 でのベンチマークとなる効率性グラフ。MEI＝0.4 についても、同様の効率グラフを提供すること。

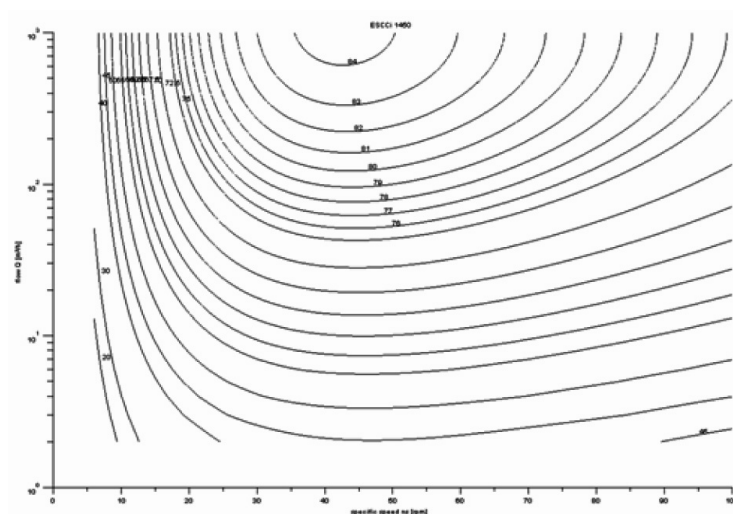



図 3.3.2.ESOB 2900 における、ベンチマークとなる効率性グラフの例

詳細情報の追加や、グラフ、図、記号による補足を行ってもよい。

Ｅ．ポンプ基準の導入時期

ErP 指令は、段階的に効率規制を高めることで市場への急激な影響を緩和しつつ、最終的には効率の低い製品を排除し EU 加盟国のエネルギー消費量を抑えることを目的としている。

効率性に関する最低要求事項は、2013 年 1 月 1 日から MEI=0.1 の導入開始、2015 年 1 月 1 日から MEI=0.4 の導入開始となっている。表示に関しては、2013 年 1 月 1 日から開始となっている。

【送風機（ファン）】

A．概要

125 W～500 kW の電源入力によるモータ駆動ファンによる合計エネルギー消費量は 1 年あたり 344 TWh であり、欧州連合における現在の市場動向がこのまま継続した場合、2020 年には 560 TWh まで増加すると予測されている。設計によって、コスト効率の高い形で 2020 年には 1 年あたり約 34 TWh の改善が期待でき、これは CO2 排出量 16 Mt 分に相当する。

当規則は、125 W～500 kW の電源入力によるモータ駆動ファンのライフサイクル全体における環境影響を制限する技術の市場への浸透を向上させ、2020 年までには、何らの措置を講じなかった場合の状況と比較して、1 年あたり推算 34 TWh 分の節電を目指す。

当規則の施行後 4 年以内に見直しが予定されている。特に技術とは独立した要求事項について、可変速駆動装置（VSD : variable speed drive）使用の可能性、免除対象の数、および範囲に関する必要性、ならびに 125 W 未満の電源入力によるファンを含めるか否かについて評価を行う。

B．ファン対象範囲

指令 2009/125/EC の適用対象となる他のエネルギー関連製品に組み込まれたものを含むファン。

「ファン（Fan)」とは、回転羽根を備え、気体（主として空気）を継続して通過させるために用いられる機械であって、単位質量あたりの仕事量が 25 kJ/kg 未満であり、また、以下に該当するものを意味する。

- 125 W～500 kW（≧125 W、≦500 kW）の電源入力による電気モータとともに使用する、または電気モータを装備し、インペラを最適エネルギー効率点で駆動するよう設計されているもの。
- 軸流ファン、遠心ファン、横流ファン、斜流ファン。
- 上市または使用開始の際、モータを装備しているか否かは問わない。

適用除外は、以下のとおり。

●以下に組み込まれたファン。

- 3 kW 以下の電気モータのみを備えた製品で、ファンが主要機能の駆動に使用するものと同じ軸に固定されている場合。
- 最大電源入力 3 kW 以下の洗濯乾燥機。
- ファンで使用する最大電源入力が 280 W 未満のレンジフード。

●以下に該当するファン。

(a)欧州議会・理事会指令 94/9/EC(1)で定義された、爆発の危険性がある雰囲気内での動作専用に設計されたもの。

(b)欧州理事会指令 89/106/EC(2)で規定された防火設備に関する要求事項に鑑みて、非常時に短時間の作業で使用する目的でのみ設計されたもの。

(c)特に、以下の条件で動作するよう設計されたもの。

- 使用時に流動させる気体の温度が 100° C を超える。
- 気流の外にあるファン駆動モータの使用時の周囲温度が 65° C を超える。
- 流動させる気体の年間平均温度および／または気流の外にあるモータ使用時の周囲温度が－40℃未満である。

- 供給電圧が 1,000 V AC を超える、または 1,500 V DC を超える場合。
- 有毒環境、高腐食性環境、可燃環境、または、摩耗性物質のある環境で使用する場合。

(d)2013 年 1 月 1 日より前に上市された製品に組み込まれた同一ファンの交換品として、2015 年 1 月 1 日より前に上市されたもの。ただし、(a)、(b)、(c)については設計における想定用途にのみ使用すべきである旨、(d)については製品の想定用途をパッケージ、製品情報、技術文書に明記しなければならない。

C．ファン要求効率

エネルギー効率に関する要求事項については次表で規定している。

表 3.3.8. ファンの最低エネルギー効率に関する要求事項

ファンの種類	測定形式[62]	効率区分[63]（静圧効率[64]または全圧効率[65]）	電力範囲 P（kW 単位）	目標エネルギー効率[66]	効率等級[67]（N）第一段階 2013 年 1 月 1 日より適用	効率等級（N）第二段階 2015 年 1 月 1 日より適用
軸流ファン	A、C	静圧	$0.125 \leqq P \leqq 10$	$\eta_{target} = 2.74 \times \ln(P) - 6.33 + N$	36	40
			$10 < P \leqq 500$	$\eta_{target} = 0.78 \times \ln(P) - 1.88 + N$		
	B、D	全圧	$0.125 \leqq P \leqq 10$	$\eta_{target} = 2.74 \times \ln(P) - 6.33 + N$	50	58
			$10 < P \leqq 500$	$\eta_{target} = 0.78 \times \ln(P) - 1.88 + N$		
遠心多翼ファンおよび遠心ラジアルファン	A、C	静圧	$0.125 \leqq P \leqq 10$	$\eta_{target} = 2.74 \times \ln(P) - 6.33 + N$	37	44
			$10 < P \leqq 500$	$\eta_{target} = 0.78 \times \ln(P) - 1.88 + N$		
	B、D	全圧	$0.125 \leqq P \leqq 10$	$\eta_{target} = 2.74 \times \ln(P) - 6.33 + N$	42	49
			$10 < P \leqq 500$	$\eta_{target} = 0.78 \times \ln(P) - 1.88 + N$		
遠心後向きファン（ハウジング無し）	A、C	静圧	$0.125 \leqq P \leqq 10$	$\eta_{target} = 4.56 \times \ln(P) - 10.5 + N$	58	62
			$10 < P \leqq 500$	$\eta_{target} = 1.1 \times \ln(P) - 2.6 + N$		

[62]「測定形式 (Measurement category)」とは、試験対象となるファンの吸込口と吐出し口に関する試験、測定、使用時における接続条件を意味する。

[63]「効率区分（Efficiency category)」とは、ファンのエネルギー効率を特定する際に使用するファンの気体吐出しエネルギー形態（静圧効率または全圧効率）を意味する。

[64]「静圧効率（Static efficiency)」とは、「ファン静圧」（psf）の測定結果に基づくファンのエネルギー効率を意味する。

[65]「全圧効率（Total efficiency)」とは、「ファン全圧」（pf）の測定結果に基づくファンのエネルギー効率を意味する。

[66]「目標エネルギー効率（target energy efficiency)」（η target）とは、要求事項に適合するためファンが達成しなければならない最低エネルギー効率であり、最適エネルギー効率点における電源入力に基づくものである。このとき、η target は、「●計算方法」に記載されている方程式のうち該当する式で、該当する効率等級 N の整数、および最適エネルギー効率点におけるファンの電源入力 $P_{e(d)}$ を kW 単位で表したものを、該当するエネルギー効率公式で用いることにより得られる出力値である。

[67]「効率等級（Efficiency grade)」とは、特定の電源入力で動作するファンの最適エネルギー効率点における目標エネルギー効率計算に使用するパラメータである（ファンのエネルギー効率の計算では、パラメータ「N」と表記する）。

<table>
<tr><td rowspan="8">遠心後向きファン（ハウジング有り）</td><td rowspan="4">A、C</td><td rowspan="4">静圧</td><td>$0.125 \leqq P \leqq 10$</td><td>$\eta_{target} = 4.56 \times \ln(P) - 10.5 + N$</td><td rowspan="4">58</td><td rowspan="4">61</td></tr>
<tr><td>$10 < P \leqq 500$</td><td>$\eta_{target} = 1.1 \times \ln(P) - 2.6 + N$</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="4">遠心後向きファン（ハウジング有り）</td><td rowspan="2">A、C</td><td rowspan="2">静圧</td><td>$0.125 \leqq P \leqq 10$</td><td>$\eta_{target} = 4.56 \times \ln(P) - 10.5 + N$</td><td rowspan="2">58</td><td rowspan="2">61</td></tr>
<tr><td>$10 < P \leqq 500$</td><td>$\eta_{target} = 1.1 \times \ln(P) - 2.6 + N$</td></tr>
<tr><td rowspan="2">B、D</td><td rowspan="2">全圧</td><td>$0.125 \leqq P \leqq 10$</td><td>$\eta_{target} = 4.56 \times \ln(P) - 10.5 + N$</td><td rowspan="2">61</td><td rowspan="2">64</td></tr>
<tr><td>$10 < P \leqq 500$</td><td>$\eta_{target} = 1.1 \times \ln(P) - 2.6 + N$</td></tr>
<tr><td rowspan="4">斜流ファン</td><td rowspan="2">A、C</td><td rowspan="2">静圧</td><td>$0.125 \leqq P \leqq 10$</td><td>$\eta_{target} = 4.56 \times \ln(P) - 10.5 + N$</td><td rowspan="2">47</td><td rowspan="2">50</td></tr>
<tr><td>$10 < P \leqq 500$</td><td>$\eta_{target} = 1.1 \times \ln(P) - 2.6 + N$</td></tr>
<tr><td rowspan="2">B、D</td><td rowspan="2">全圧</td><td>$0.125 \leqq P \leqq 10$</td><td>$\eta_{target} = 4.56 \times \ln(P) - 10.5 + N$</td><td rowspan="2">58</td><td rowspan="2">62</td></tr>
<tr><td>$10 < P \leqq 500$</td><td>$\eta_{target} = 1.1 \times \ln(P) - 2.6 + N$</td></tr>
<tr><td rowspan="2">横流ファン</td><td rowspan="2">B、D</td><td rowspan="2">全圧</td><td>$0.125 \leqq P \leqq 10$</td><td>$\eta_{target} = 1.14 \times \ln(P) - 2.6 + N$</td><td rowspan="2">13</td><td rowspan="2">21</td></tr>
<tr><td>$10 < P \leqq 500$</td><td>$\eta_{target} = N$</td></tr>
</table>

測定形式 A：ファンの吸込口と吐出し口にダクトを接続しない条件で測定する形式

測定形式 B：ファンの吸込口にはダクト接続せず、吐出し口にのみダクトを接続した条件で測定する形式

測定形式 C：ファンの吸込口にダクトを接続し、吐出し口にはダクトを接続しない条件で測定する形式

測定形式 D：ファンの吸込口および吐出し口にダクトを接続した条件で測定する形式

●エコデザイン要求事項

(a)2013 年 1 月 1 日より、換気ファンは前表の「効率等級(N)第一段階」で定義したエネルギー効率目標を下回ってはならない。

(b)2015 年 1 月 1 日より、換気ファンは前表の「効率等級(N)第二段階」で定義したエネルギー効率目標を下回ってはならない。

(c)以下の設計動作条件に該当するファンには適用されない。

・毎分 8,000 回転以上の回転数で、最適エネルギー効率を実現するもの。

・「圧力比」が 1.11 を超える用途で稼働するもの。

・産業プロセス用途において、非気体状物質の搬送に使用する搬送用ファンとして稼働するもの。

(d)通常条件では換気に使用し、また、指令 89/106/EC で規定された防火設備に関する要求事項に鑑みて、非常時に短時間の作業で使用するよう設計されたデュアルユースファンについては、表 3.3.8. で規定された、適用される効率等級の値から、第一段階の場合は 10%、第二段階の場合は 5%を差し引く。

●計算方法

ファン固有のエネルギー効率の計算方法は、気体動力とモータへの電源入力との比に基づくものであり、このときファンの気体動力は気体の体積流量とファン内部における圧力差との積となる。圧力は測定および効率区分に応じて、静圧または全圧（静圧と動圧の合計）のいずれかとなる。

■ファンが「最終組立品」として供給される場合、ファンの気体動力と電源入力を最適エネルギー効率点で測定する。

(a)ファンが可変速駆動装置を含まない場合は、次の方程式を用いて全効率を算出する。

$\eta_e = P_{u(s)} \div P_e$

このとき、

η_e は全効率を表す。

$P_{u(s)}$ は試験方法に従って特定した、ファンをエネルギー効率点で運用しているときのファンの気体動力を表す。

P_e はファンをエネルギー効率点で運用しているときに、ファンのモータへの電力入力端子において測定した力を表す。

(b)ファンが可変速駆動装置を含む場合は、次の方程式を用いて全効率を算出する。

$\eta_e = (P_{u(s)} \div P_{ed}) \times C_c$

このとき、

η_e は全効率を表す。

$P_{u(s)}$ は試験方法に従って特定した、ファンをエネルギー効率点で運用しているときのファンの気体動力を表す。

P_{ed} はファンをエネルギー効率点で運用しているときに、ファンの可変速駆動装置への電力入力端子において測定した力を表す。

C_c は以下の部分負荷の補正係数を表す。

- 可変速駆動装置を備えたモータで、かつ $P_{ed} \geqq 5$ kW である場合、$C_c = 1.04$
- 可変速駆動装置を備えたモータで、かつ $P_{ed} < 5$ kW である場合、$C_c = -0.03 \ln(P_{ed}) + 1.088$

■ファンが「非最終組立品」として供給される場合、ファンの全効率はインペラの最適エネルギー効率点において以下の方程式を用いて算出する。

$\eta_e = \eta_r \times \eta_m \times \eta_T \times C_m \times C_c$

このとき、

η_e は全効率を表す。

η_r は $P_{u(s)} \div P_a$ による、ファンのインペラの効率を表す。

このとき、

$P_{u(s)}$ はインペラの最適エネルギー効率点において、試験方法に基づいて特定されるファンの気体動力を表す。

P_a はインペラの最適エネルギー効率点におけるファンの軸動力を表す。

η_m は適用可能な場合は規則（EC）640/2009 に基づくモータの公称定格効率を表す。モータが規則（EC）640/2009 の適用範囲外である場合、あるいはモータが供給されない場合、以下の値を用いて、モータ初期状態での η_m を算出する。

推奨電源入力「P_e」が 0.75 kW 以上である場合は、

$\eta_m = 0.000278 \times (x^3) - 0.019247 \times (x^2) + 0.104395 \times x + 0.809761$

ここでは、$x = Lg\ (P_e)$

また、P_e はファンをエネルギー効率点で運用しているときに、ファンのモータへの電力入力端子において測定した力を表す。

推奨電源入力「P_e」が 0.75 kW 未満である場合は、

$\eta_m = 0.1462 \times \ln(P_e) + 0.8381$

また、P_e は上記で定義した通り。製造者が推奨するファンの電源入力 P_e は、（該当する場合）伝達システムによる損失を考慮して、ファンが最適エネルギー効率点に到達するために十分でなければならない。

η_T は駆動装置の効率を表し、これには次の初期値を使用すること。

直結式の場合、$\eta_T = 1.0$

伝達装置が低効率駆動装置[68]であり、かつ

― $P_a \geqq 5$ kW である場合は、$\eta_T = 0.96$

― 1 kW < P_a < 5 kW である場合は、$\eta_T = 0.0175 \times Pa + 0.8725$

― $P_a \leqq 1$ kW である場合は、$\eta_T = 0.89$

伝達装置が高効率駆動装置[69]であり、かつ

― $P_a \geqq 5$kW である場合は、$\eta_T = 0.98$

― 1 kW < P_a < 5 kW である場合は、$\eta_T = 0.01 \times P_a + 0.93$

― $P_a \leqq 1$ kW である場合は、$\eta_T = 0.94$

C_m はコンポーネントのマッチングのための補正係数（＝0.9）を表す。

C_c は部分負荷の補正係数であり、かつ

- 可変速駆動装置を備えたモータの場合は、$C_c = 1.0$
- 可変速駆動装置を備えたモータで、かつ $P_{ed} \geqq 5$ kW である場合は $C_c = 1.04$
- 可変速駆動装置を備えたモータで、かつ $P_{ed} < 5$ kW である場合は $C_c = -0.03 \ln(P_{ed}) + 1.088$

●試験方法

ファンの気体動力 $P_{u(s)}$（kW）は、ファン供給者が選択した測定形式に応じた試験方法に従って算出する。

(a)測定形式 A に従ってファンの測定を行った場合、方程式 $P_{us} = q \times p_{sf} \times k_{ps}$ によるファンの静圧における気体動力 P_{us} を用いる。

(b)測定形式 B に従ってファンの測定を行った場合、方程式 $P_u = q \times p_f \times k_p$ によるファンの静圧における気体動力 P_u を用いる。

(c)測定形式 C に従ってファンの測定を行った場合、方程式 $P_{us} = q \times p_{sf} \times k_{ps}$ によるファンの静圧における気体動力 P_{us} を用いる。

(d)測定形式 D に従ってファンの測定を行った場合、方程式 $P_u = q \times p_f \times k_p$ によるファンの静圧における気体動力 P_u を用いる。

68 「低効率駆動装置（Low-efficiency drive）」とは、幅がベルト厚さの 3 倍未満であるベルト、または「高効率駆動装置」とは異なる別の伝動形態を用いた伝動装置を意味する。

69 「高効率駆動装置（High-efficiency drive）」とは、幅がベルト厚さの 3 倍以上であるベルトまたは歯付きベルトを使用、または歯車を使用した伝動装置を意味する。

●目標エネルギー効率の計算方法

目標エネルギー効率は、当規則で規定した要求事項に適合するにあたって、所定の種類のファンが達成しなければならないエネルギー効率（整数のパーセンテージで表したもの）である。目標エネルギー効率は、電源入力 $P_{e(d)}$、および表 3.3.8.ファンの最低エネルギー効率に関する要求事項で定義した最低効率等級を含む効率公式により算出する。電力範囲全体は、電源入力 0.125 kW 超 10 kW 以下のファンのための公式、および、10 kW 超 500 kW 以下のファンのための公式という、2 つの公式により網羅されている。

ファンのタイプごとに異なる特性を反映したエネルギー効率公式が、3 つのファンタイプ群について作成されている。

■軸流ファン、遠心多翼ファン、遠心ラジアルファン（軸流ファンを含む）における目標エネルギー効率は、以下の方程式により算出する。

電力範囲 P が、0.125 kW～10 kW の場合	電力範囲 P が、10 kW～500 kW の場合
$\eta_{target}=2.74\times\ln(P)-6.33+N$	$\eta_{target}=0.78\times\ln(P)-1.88+N$

ここでは、入力 P は電源入力 $P_{e(d)}$であり、N は必要とされるエネルギー効率等級を表す整数である。

■ハウジング無しの遠心後向きファン、ハウジング有りの遠心後向きファン、斜流ファンにおける目標エネルギー効率は、以下の方程式により算出する。

電力範囲 P が、0.125 kW～10 kW の場合	電力範囲 P が、10 kW～500 kW の場合
$\eta_{target}=4.56\times\ln(P)-10.5+N$	$\eta_{target}=1.1\times\ln(P)-2.6+N$

ここでは、入力 P は電源入力 $P_{e(d)}$であり、N は必要とされるエネルギー効率等級を表す整数である。

■横流ファンにおける目標エネルギー効率は、以下の方程式により算出する。

電力範囲 P が、0.125 kW～10 kW の場合	電力範囲 P が、10 kW～500 kW の場合
$\eta_{target}=1.14\times\ln(P)-2.6+N$	$\eta_{target}=N$

ここでは、入力 P は電源入力 Pe(d)であり、N は必要とされるエネルギー効率等級を表す整数である。

●目標エネルギー効率の適用

最低エネルギー効率に関する要求事項を満たすため、ファンの全効率 η_e は必ず効率等級により設定された目標値 η_{target} に等しいか、これを上回らなければならない。

●市場監視検証

試験は各モデルにつき 1 台を対象として行う。

ファンの全効率（η_e）が目標エネルギー効率×0.9 以上である場合、モデルは当規則で規定した条項に適合しているものと見なす。

結果を達成できない場合、年間製造数が 5 を下回るモデルは、当規則に適合していないものと見なす。

年間製造数が 5 を上回るモデルの場合、追加で無作為抽出した 3 台について試験を行い、3 台の全効率（η_e）の平均が目標エネルギー効率×0.9 以上である場合、モデルは当規則で規定した条項に適合しているものと見なす。

●指標となるベンチマーク

当規則の採択時点において指標となる、市場で入手可能な最高性能のファンの技術は次表に示す通り。これらベンチマークはすべての用途において、あるいは当規則の電力範囲全体について常に達成可能であるとは限らない。

表 3.3.9　ファンにおける指標となるベンチマーク

ファンの種類	測定形式 （A～D）	効率区分 （静圧効率または全圧効率）	効率等級 （N）
軸流ファン	A、C	静圧	65
	B、D	全圧	75
遠心多翼ファン、および 遠心ラジアルファン	A、C	静圧	62
	B、D	全圧	65
遠心後向きファン（ハウジング無し）	A、C	静圧	70
遠心後向きファン（ハウジング有り）	A、C	静圧	72
	B、D	全圧	75
斜流ファン	A、C	静圧	61
	B、D	全圧	65
横流ファン	B、D	全圧	32

D．ファン表示事項

1. 箇条 2(1)～箇条 2(14)で規定したファンに関する情報を、以下にはっきり見える形で表示すること。

(a)ファンの技術文書。

(b)ファン製造者のアクセス無料のウェブサイト

2.以下の情報を表示すること。

(1)全効率（η）を小数第 2 位で四捨五入したもの

(2)エネルギー効率の特定に使用した測定形式（A～D）

(3)効率区分（静圧効率または全圧効率）

(4)最適エネルギー効率点における効率等級

(5)ファン効率の計算時に VSD の使用を想定しているか。想定している場合は VSD がファンに組み込まれているか、または VSD をファンと合わせて据付けられなければならない。

(6)製造年

(7)製造者の名称または商標、商業登記番号、製造者所在地

(8)製品型番

(9)最適エネルギー効率におけるモータの定格電力入力（kW)、流量、圧力
(10)最適エネルギー効率点における１分あたりの回転数
(11)「圧力比」
(12)最終寿命に到達した際の、分解、リサイクル、廃棄に役立つ情報。
(13)環境への影響を最小限に抑え、かつ、適切な寿命を確保するためのファンの据付け、使用、保守に関する情報。
(14)ファンのエネルギー効率を特定する際に使用する、測定形式には記載がなく、ファンに付属していないその他の品目（ダクトなど）に関する記述。

3.技術文書の情報は、箇条 2(1)～箇条 2(14)に記載した番号順に提示すること。リストで使用している文言を一字一句再現する必要はない。文章に代えて、グラフ、図、記号で表示してもよい。

4.箇条 2(1)、2(2)、2(3)、2(4)、2(5)で言及した情報は、ファンの銘板上またはその近隣に恒久的な形で表示すること。また箇条 2(5)については、必ず以下の形式のうち適切な文言を用いなければならない。

- 「このファンは必ず可変速駆動装置と合わせて据付けしてください」
- 「ファンには可変速駆動装置が組み込まれています」

5. 製造者は、ファンの組み立て、据付け、保守時に留意すべき具体的注意事項に関する情報を取扱説明書にて提供すること。製品情報に関する要求事項の 2(5)により、ファンと合わせて VSD を据付けなければならない場合、製造者は組立後の適切な使用を確保するため、VSD の特性に関する詳細を提示しなければならない。

E. 導入時期

効率性に関する最低要求事項は、2013 年 1 月 1 日から効率等級第一段階の導入開始、2015 年 1 月 1 日から第二段階の導入開始となっている。表示に関しては、2013 年 1 月 1 日から開始となっている。

【圧縮機】

圧縮機について検討中の資料[70]があるので概要を以下に列挙する。

A．概要

欧州連合における標準的空気圧縮機に関連する年間エネルギー消費量は、2010 年には 59 TWh（529 PJ）であったものと推定されており、これは CO2 排出量 52.7　Mt 分に相当する。具体的な措置を講じない限り、標準的空気圧縮機に関連する年間エネルギー消費量は、2020 年には 57 TWh（513 PJ）に、また 2030 年には 60 TWh（541 PJ）になると予想されている。より効率的な設計によるコスト効率の高い方式により、従来通りの状況を維持した場合と比較して 2020 年までに 0.7 TWh、また 2030 年までに 1.6 TWh のエネルギー節約が可能であると推定されている。

[70] Working document on Possible requirements for compressors for standard air applications Draft Ecodesigh regulation (http://www.eco-compressors.eu/documents.htm)

B．圧縮機対象範囲

三相電動機によって駆動される、体積流量 5～1280 l/s の標準型回転式空気圧縮機、および体積流量 2～64 l/s の標準型往復式空気圧縮機。

適用除外は以下のとおり。

a.濾過された外気以外、例えば有毒ガス等のガス混合物（または複数種類の単一成分ガス）を処理するよう設計されたもの。

b.欧州議会・理事会指令 94/9/EC で定義された爆発の危険性がある雰囲気内で動作するよう特別に設計されたもの。

c.周囲温度が 40° C を超える環境、および／または平均吸気温度が－15° C 未満または 100° C を超える環境で動作するよう設計されたもの。

C．圧縮機要求事項

標準型空気圧縮機のエネルギー効率に関する最低要求事項については、次表のとおり規定している。

表 3.3.10. 標準型空気圧縮機のエネルギー効率に関する最低要求事項

標準型空気圧縮機の種類	流量(V1)および比例損失係数(d)による最低等エントロピー効率の計算式	式で使用する、比例損失係数（d）第一段階（2018 年 1 月 1 日より適用）	式で使用する、比例損失係数（d）第二段階（2020 年 1 月 1 日より適用）
速度固定タイプの標準型回転式空気圧縮機	(－0.928 $\ln^2$(V1)＋13.911 ln(V1)＋27.110)＋(100－(－0.928 $\ln^2$(V1)＋13.911 ln(V1)＋27.110)×d/100	－5	0
速度可変タイプの標準型回転式空気圧縮機	(－1.549 $\ln^2$(V1)＋21.573 ln(V1)＋0.905)＋(100 － (－1.549 $\ln^2$(V1)＋21.573 ln(V1)＋0.905)×d/100	－5	0
標準型往復式空気圧縮機	(8.931 ln (V1)＋31.477)＋(100－(8.931 ln (V1)＋31.477)×d/100	－5	0

●測定および計算方法

1.速度固定タイプの標準型回転式・往復式空気圧縮機における等エントロピー効率の計算

標準型回転式・往復式空気圧縮機における等エントロピー効率は、全負荷の条件にて次の式を用いて計算する。この式では外気吸込条件で空気を圧縮することを仮定し、単位は次のように表される。

$$\eta_{isen} = \frac{0.35 * V_1 * \left(p_2^{0.2857} - 1\right)}{P_{real}}$$

このとき、

η_{isen} ＝標準型空気圧縮機の等エントロピー効率（-）、100 を乗算して百分率(%)で表したもの

V_1 ＝全負荷における吸込口体積流量（l /s）

p_2 ＝全負荷における吐出口圧力（bar[a]）

P_{real} ＝全負荷における基本的なパッケージ式圧縮機の電源入力（kW）

2.速度可変タイプの標準型回転式空気圧縮機における等エントロピー効率の計算

速度可変タイプの標準型回転式空気圧縮機における等エントロピー効率は公称体積流量の 100%、70%、40%における等エントロピー効率の加重平均値として計算する。

$$\eta_{isen} = \sum_{i=1}^{n}(\eta_{isen,i} * fi)$$

このとき、

η_{isen} ＝標準型空気圧縮機の等エントロピー効率（-）、100 を乗算して百分率(%)で表したもの

$\eta_{isen,i}$ ＝基本的なパッケージ式圧縮機の等エントロピー効率（-）、吐出口圧力全負荷における体積流量であって、体積流量が 100%、70%、40%の場合で、100 を乗算して百分率(%)で表したもの

fi ＝次表による重み係数

表 3.3.11. 速度可変タイプの標準型回転式空気圧縮機における重み係数

体積流量（V1,i、全負荷での体積流量 Vi における%として表したもの）	重み係数（fi）
100%	25%
70%	50%
40%	25%

指定した体積流量における等エントロピー効率は、次の式を用いて計算する。この式では、外気吸込条件で空気を圧縮することを仮定し、単位は次のように表される。

$$\eta_{isen,i} = \frac{0.35 * V_{1,i} * \left({p_{2,i}}^{0.2857} - 1\right)}{P_{real,i}}$$

このとき、

$V_{1,i}$ ＝吸込口体積流量 (l/s)、吐出口圧力全負荷における体積流量であって、体積流量が 100%、70%、40%の場合

$p_{2,i}$ ＝吐出口圧力（bar[a]）、吐出口圧力全負荷における体積流量であって、体積流量が 100%、70%、40%の場合

$P_{real,i}$ ＝基本的なパッケージ式圧縮機の電源入力 (kW)、吐出口圧力全負荷における体積流量であって、体積流量が 100%、70%、40%の場合

3.吸込口の標準状態

基本的なパッケージ式圧縮機の等エントロピー効率は、吸込口が標準的な状態、つまり、吸込空気圧、吸気温度、および水蒸気圧力（ならびに、該当する場合は冷却水温度）が次の表に記載された通りであるものと仮定して計算する。

表 3.3.12. 吸込口の標準状態

吸込口の状態に関するパラメータ	値
吸込空気圧	100 kPa [1 bar] (a)
吸気温度	20 ° C
相対水蒸気圧	0
冷却水温度	20 ° C

E. 圧縮機基準の導入時期

標準型の回転式および往復式空気圧縮機のエコデザイン要求事項については、以下の日程に従って適用する。

(a)2018 年 1 月 1 日より、表 3.3.10.「最低等エントロピー効率の計算式」及び「比例損失係数第一段階」の規定に従う。

(b)2020 年 1 月 1 日より、表 3.3.10.「最低等エントロピー効率の計算式」及び「比例損失係数第二段階」の規定に従う。

③ラベリング制度[71]

【概観】

1968 年、EU の前身である EEC（欧州経済共同体）設立条約によって加盟国間の関税が撤廃され、EU は単一市場構築に向けた第一歩を踏み出した。しかし技術規格や健康・安全基準に関しては当時、各国がそれぞれに規制や制限を設けており、1970 年代に入ってからも物の自由な移動とはほど遠い状態だった。そこで 1985 年にジャック・ドロール委員長（当時）率いる欧州委員会は、新たな方法（ニューアプローチ）を用いて当時の EEC において 7 年以内に物理的・技術的そして税制上の障壁を撤廃することを掲げた。続いて、閣僚理事会（現 EU 理事会）では市場の統一化の動きに伴い、製品規格や安全基準、各種規則の調和（ハーモナイゼーション）を進めるため、総じて「ニューアプローチ指令群」と呼ばれる指令が次々と採択された。EU の法体系において「指令」は加盟国を拘束するが、適用には国ごとの立法措置を必要とする。そのため各国では当該指令の国内法への置換や、矛盾する法令や規制の撤廃など、法整備が進められた。

個々の「ニューアプローチ指令」採択後、そこで規定された健康、安全、環境関連の必要要求基準に基づき、製品の特性に応じた整合規格が定められ、適合性の具体的な評価方法が整備された。このように段階を経た準備が進められ、1993 年に閣僚理事会（同上）によって CE マークの導入が決定された。

CE マーク表示の対象は主に電気機器や機械、玩具、医療用機器など安全性や環境への配慮が特に大切とされる製品群である。

ニューアプローチ指令群以外にも CE マーク表示を義務づける指令がある。2009 年に出された「エコデザイン指令」と「屋外用機器の騒音指令」、そして「電気・電子機器における特定有害物質の使用制限に関する（RoHS）指令」である。

---

71 駐日 EU 代表部　http://eumag.jp/question/f1114 より

【手続き方法】

CE マークを表示するには、製造業者自身がサンプルの適正検査や適合証明となる技術文書の作成を行い、CE マーク適合を自己宣言する場合と、EEA 加盟国およびトルコの当局が承認した第三者認証機関によって手続きを行う場合の 2 つの方法がある。いずれを選択できるかは製品ごとに決まっている。前者の場合、製品に該当する指令や適合性評価基準の選択も製造業者が行う必要がある。現在 CE マークを必要とする製品の約 8 割は、この自己宣言方式によってマークの付与が可能であるといわれている。後者の場合は、製品と技術文書を CE マーク採用国あるいは製造国の第三者認定機関に提出し、定められた証明手順に則った検査を依頼し、手続きを行う。いずれの場合も、最終的には「適合宣言書」を作成し、製造者の責任において CE マークが付けられる。

なお、CE マーク対象製品を扱う流通業者は、マークが付けられていることと、関連書類がすべて整っていることを確認する必要がある。また、EEA 各国とトルコ以外の国から対象製品を輸入する業者は、製造業者が上記の手順を踏み、必要書類が揃っていることを確認しなければならない。製造業者自らが自己宣言を行えることからも分かる通り、CE マーキングはあくまで各指令が規定する必須要求事項を満たすことを製造業者が自身の責任において示すものである。そのため、EU の標準化機関が定める整合規格を用いず、第三者機関あるいは製造業者自身が独自に適合性を証明することも製品によっては可能である。

EU と日本はニューアプローチ指令群への適合性評価について相互承認協定を結んでおり、日本の認証機関で認証を行うこともできる。現在認証が可能な製品群は通信端末機器および無線機器、電気製品、化学品および医薬品の 4 つである。

1.当該製品に適用される指令の確認
2.適合性評価基準の選択
3.第三者認定機関による審査が必要か確認
4.適合性評価
5.技術ファイルや適合宣言書の作成
6.CE マークの貼付

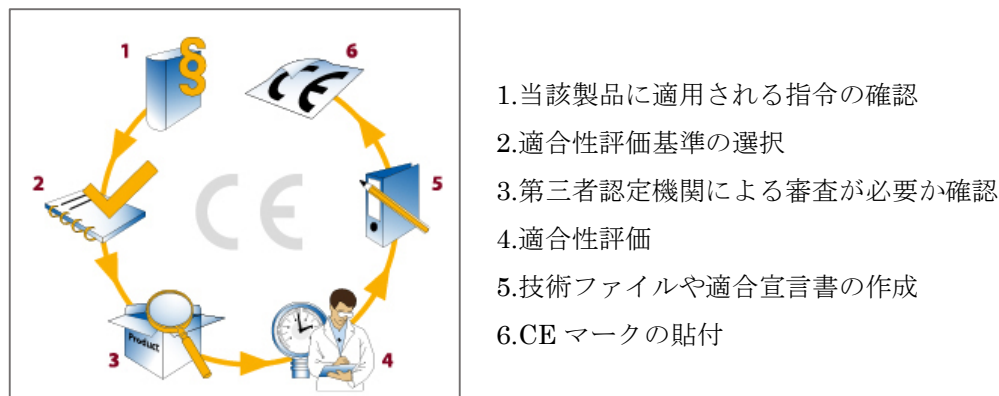



図 3.3.3.CE マーク貼付までの手続きの流れ

【罰則】

加盟国毎に異なる。

＜英国の例＞

CE マーキング製品に対し不正、虚偽、必要な措置をとらなかった等の場合の罰則は通常（違反企業の責任者に対し）最大 3 か月の禁錮、5000￡の罰金。

【他のラベル制度】

EU には、家電製品等に貼付が義務化されているエネルギーラベル制度があるが、エコデザイン指令のポンプ、送風機については該当しない。

例：洗濯機のラベル

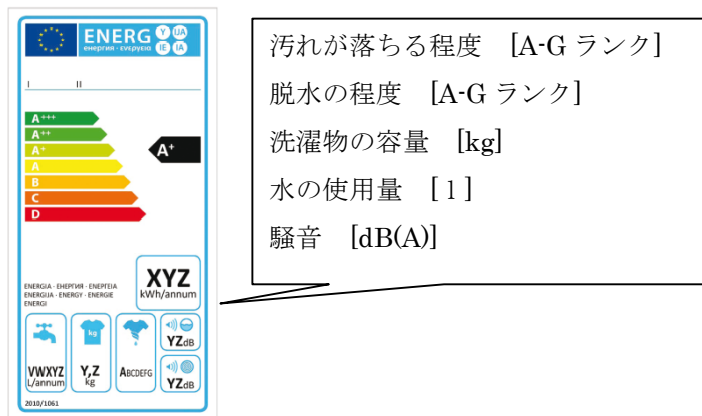



図 3.3.4. EU エネルギーラベル（家電等）例

また、Europump が自主的に行っているポンプに関するラベル制度もあり（2013 年より開始)、A～G で緑色から赤色のラベルで表示することになっており、参加企業が多数存在する。

(http://www.topten.eu)

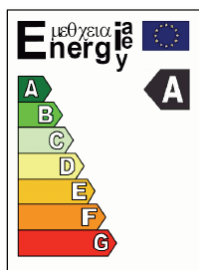



図 3.3.5. ポンプ自主ラベル例

Class	Energy Efficiency Index (EEI)
A	EEI < 0.4
B	0.4 ≤ EEI < 0.6
C	0.6 ≤ EEI < 0.8
D	0.8 ≤ EEI < 1.0
E	1.0 ≤ EEI < 1.2
F	1.2 ≤ EEI < 1.4
G	1.4 ≤ EEI

図 3.3.6. ポンプラベル多段階評価値

（３）米国

①概観

EPCA（エネルギー政策及び保全法、the Energy Policy and Conservation Act）の中に、エネルギー効率改善のための様々な条項が明記されており、特定の産業機器の為の省エネプログラム（対象は商業用、産業用機器）について規定されている。

EPCA は対象となる商業用及び産業用の機器リストを指定している。リストでは 11 種類の機器が特定されており、12 番目の機器は、アメリカ合衆国エネルギー長官が対象機器と指定したもの、とされている。また、EPCA は U.S.C（合衆国法典、United States Code）の中で列挙されている機器に加え、対象機器とされる可能性のある産業用機器についても特定しておりこの中には圧縮機や送風機も含まれる。対象機器の検討に当たっては以下に該当することが要件となっている。

1. 稼働時にエネルギーを消費するもの、またはエネルギーを消費するよう設計されているもの
2. 産業もしくは商業目的で大量に流通しているもの
3. EPCA42 U.S.C6291(a)(2)の中で対象機器に指定されていないもの（ただし 42.U.S.C　631（c）の中で裁決がなされている対象機器の部品である場合は除く）

米エネルギー省に対象製品の販売開始前にエネルギー効率基準適合への適合宣言書と証明報告書を提出すること（§429.12(e)）が要求されている。

②基準エネルギー消費効率、測定方法及び表示方法[72]

三機器いずれにおいても、現在は効率基準も測定方法も定められていないが、DOE は新しい規格を作成するべく検討中である。

2015 年 2 月時点での最新進捗状況は以下の通り。

【ポンプ】

DOE は「モータを含めたポンプ」と「モータ・コントローラーを含めたポンプ」を明確に定義し、機器区分を「モータ無しポンプ」と「モータを含めたポンプ（または VSD[73]無のポンプ、VSD 有のポンプ)」に分けるシナリオを用意し、仮の機器区分表を作成している（表 3.3.13 参照)。VSD の効率性も調査しており、それによって省エネ基準の中に VSD の使用を増やすことを盛り込む可能性がある。また、ポンプの規制について以下 3 種類のオプションを検討しており、ポンプをどのように定義・販売するかによって異なってくる。

1. モータを除外したポンプを定義し、基準を策定する。(submersible pumps を除く）これは現行の EU 政策（clean water pump）に従ったもの。
2. ポンプがモータとコントローラー込みで販売されている場合､モータとコントローラーを含めたポンプを定義し、基準を策定する。この施策を利用して、各ポンプ機器区分は（１）VSD なし（ポンプはモータ有/無で販売されている）そして（2）VSD あり（VSD はポンプがモータ込みで販売されている時のみ含まれる）の、２つのカテゴリに分けられる。

[72] 記載内容は ECCJ による仮訳である。
[73] VSD = variable speed drive（可変速駆動装置）

3.ポンプがモータ込みで販売されている場合、モータを含めたポンプを定義し、基準を策定する。そしてVSDはモータを含むポンプの効率改善のための設計オプションとして検討する。各ポンプの機器区分は（1）モータ（またはVSD）無し、そして（2）モータ付き（VSDは有/無）の２つのカテゴリに分けられる。

DOEの準備資料によると、オプション１は最もシンプルなアプローチであり、オプション２はVSDやモータのより効率的な使用に直接取り組むことになるため、さらなるエネルギー節約ができる可能性がある。オプション３はシステムの非効率性を改善できる可能性がある。オプション２、３だと、同じポンプが２つの異なる機器区分に入る可能性がある。一つがポンプ単体、もう一つがモータを含むポンプ、またはモータとコントローラーを含むポンプという区分である。これらの区分は別々の省エネ基準になる。（VSDの使用法や、真の有効性については、DOEは更なる調査が必要としている。）

表 3.3.13.機器区分表

規制オプション		機器区分	測定基準
1	ポンプ	N/A	3か所の点におけるポンプ効率
2	モータ及びVSDを含むポンプ	VSDを含まないポンプ（モータ有/無）	3か所の点におけるポンプ効率
		VSDを含むポンプ	3か所の点における総合効率
3	モータを含むポンプ、及びVSDを設計オプションとして付けて販売しているモータを含むポンプ	モータ含まないポンプ	3か所の点におけるポンプ効率
		モータを含むポンプ（VSD有/無）	複数の負荷点におけるモータ及びVSDの入力電力を基準にする予定

オプション1.はEUのclean water pumpの規制にならったものであり、最高効率点、部分負荷、過負荷の３点における最低効率基準の遵守を要求するものになる。このアプローチにより多様な稼働状況でのポンプ効率の改善が可能になると思われるが、submersible pumpsのようにモータが内部に組み込まれているポンプは正確なポンプ効率を図るのが難しい。そのため、DOEはsubmersible pumpsには全体の測定基準を検討している。Vertical turbines やsubmersiblesを内蔵するVertical suspended pumpsに対してはbowl効率の測定基準を検討している。

オプション2.はモータとVSDを含むポンプを区分した場合で、VSDなしポンプについては、測定基準はオプション1.と同様に3点での最低効率基準遵守になる。VSD込みで販売されているポンプについては、より効率的な使用が求められる。VSD込みとそうでないものを違う区分に入れているため、その２つを比較する必要はない。モータやVSDがセットになって販売されているものに対しては、総合効率を測定することを検討している。VSDは個別に規制されていないため、ポンプ、モータ、VSDは一緒に試験されるべきである。

オプション3.では、モータなしポンプについてはオプション1.の測定基準と同様にし、モータを含むポンプについては、VSDの有無を比較し、VSD使用に関連するエネルギー効率のインパクトを把握できる測定方法を確立する。VSDや高効率VSDに対する効率レベルを設定することになる可能性がある。

【圧縮機】

DOE は対象とする Compressor の分類（定義）をしている段階であり、空気圧縮機(air compressors)に加えて天然ガス圧縮機(natural gas compressors)のエネルギー効率基準を定めることも視野に入れ検討している。

（参考サイト）

http://www1.eere.energy.gov/buildings/appliance_standards/product.aspx/productid/78

【送風機】

DOE は商業用及び産業用送風機(commercial and industrial fans and blowers)の省エネルギー基準の設定に関し、NODA（Notice of Data Availability、有効性データ情報）を公開し、パブリックコメントを 2015 年 2 月 25 日まで受け付けている。

（参考サイト）

http://www1.eere.energy.gov/buildings/appliance_standards/product.aspx/productid/65

AMCA 205-12 にて、送風機のためのエネルギー効率分類が記されている。直径 125mm（5 インチ）かそれ以上のインペラつきで、750W かそれを上回る軸動力で動作し、以下の試験基準のうちのいずれかに沿って算出された総合効率を用いるファンを対象にしている。

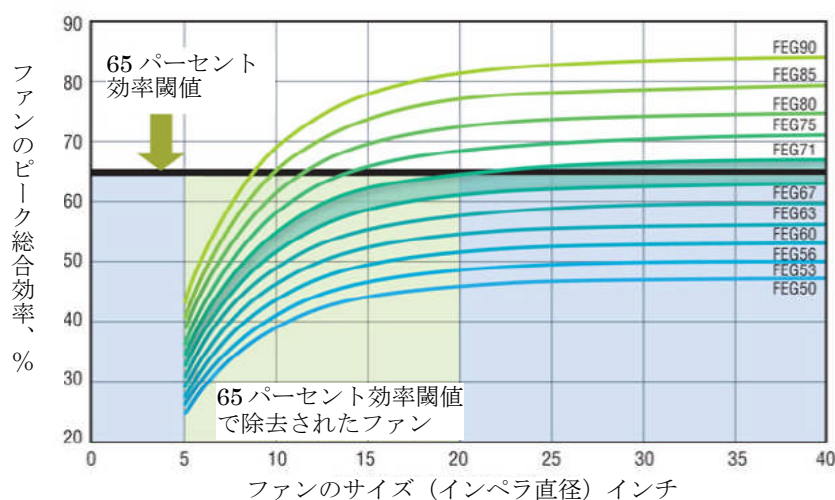
AMCA とは、米国空調機器協会（The Air Movement and Control Association International, Inc.）の略で、暖房、換気、空調機器などの試験や評価法の規格を策定する非営利団体であり、とりわけファンの評価法（の規格）についてよく知られている。AMCA は ANSI（米国国家規格協会）認定開発者であり、発行した規格は全て米国の国家規格として提案されている。

AMCA は送風機の規格策定にあたり、DOE の Rulemaking の中で次の ANSI/AMCA/ASHRAE 規格の採用を提案している他、AMCA 210-07 をテスト規格として採用することも検討されている。

・ANSI/AMCA 210 / ANSI/ASHRAE 51 Laboratory Methods of Testing Fans for Certified Aerodynamic Performance Rating
・ANSI/AMCA 230 Laboratory Methods of Testing Air Circulating Fans for Rating and Certification
・AMCA 260 (induced-flow exhaust fans) (coming soon)
・ISO 5801 Industrial fans -- Performance testing using standardized airways

他の種類の送風機は全て除外。本基準は送風機にのみ適用し、ファンドライブやファンシステムには適用されない。

AMCA 205 では新たな送風機効率等級（FEG―Fan Efficiency Grade）が定義されている。

図 3.3.7.AMCA205 で定義している効率等級

ただし、エネルギー消費削減のために送風機の FEG レベルを規制するのみでは不適切であり、サイズの適正化が重要であるとしている。AMCA 205 の中で送風機は定格ピーク総合効率（the fan's rated peak total efficiency）が 15 パーセントのポイント以内で動作するような規模にするべきであり、また採用されるべきであると明記されている。

（参考サイト）

http://www1.eere.energy.gov/buildings/appliance_standards/product.aspx/productid/44

（4）中国

①概観

1998 年 1 月 1 日より施行されている「中華人民共和国省エネ法（中華人民共和国節約能源法）」が、2007 年に改正され 2008 年より施行となった。改正後の省エネ法は、省エネに関する法律的責任の強化や、個別分野での省エネの奨励をはじめ、内容がより充実し、改正前の全 6 章 50 条から改正後は全 7 章 87 条に増加した。特に国務院標準化主管部門が制定する強制的エネルギー効率標準に適合しないエネルギー使用製品や設備を生産・輸入・販売する場合は、その生産・輸入・販売が中止させられ、違法に生産・輸入・販売されたエネルギー使用製品・設備および違法所得は没収され、加えて、違法に得た所得の 1 倍ー5 倍の罰金が科されると規定されている(第 70 条)。

改正省エネ法では、重要なエネルギー使用製品に対しエネルギー効率基準の制定を定め、中小型三相非同期モータや容積式空気圧縮機などのモータ関連製品は国家強制規格（GB）によって基準整備され、また規制が課されている。こうした GB 規格は、エネルギー効率標識（エコラベル）によって参照され、消費者により選別を受ける環境が整えられている。

【中国の標準（規格・規制）の体系】

中国では、いわゆる「規格」のことを「標準」といい、標準には国家標準、業界標準、地方標準、企業標準の 4 種類がある。

表 3.3.14. 中国の規格体系

	強制性標準	推奨性標準	指導性技術文書
国家標準	GB XXXX-XXXX	GB/T XXXX-XXXX	GB/Z XXXX-XXXX
業界標準	xx XXXX-XXXX	xx/T XXXX-XXXX	
地方標準	DBxx/ XXX-XX	DBxx/T XXX-XX	—
企業標準	Q/XXX XXXX XX	—	—

1)国家標準

中国の標準の中で最も上位に位置するのが国家標準で、中国全国で共通の（統一を必要とする）技術仕様規格である。

国家標準には、強制性国家標準と推奨性国家標準、指導性技術文書があり、各々、GB、GB/T、GB/Z から始まる番号が付与される。そのため、国家標準のことを GB 規格と呼ぶことがある。

GB：強制性国家標準

→準拠（適合）していない場合は生産・販売・輸入が禁止される規格。最も強制力がある。

GB/T：推奨性国家標準

→準拠（適合）することが推奨されている規格。ガイドライン的な位置づけ。日本の JIS 規格に相当する。

GB/Z：指導性技術文書

→ISO や IEC などの国際規格のガイド的文書。最近の文書は国際規格と整合されているものが多い。

2)業界標準

政策分野別（業種ごと）に定められている規格で、各々の業種において共通（統一）の技術仕様規格。業界標準には、強制性業界標準と推奨性業界標準があり、各々、業種によるヘッダから始まる番号が付与される。

3)地方標準

国家標準や業界標準がなく、省、自治区、直轄市内の範囲で共通化（統一化）が必要な場合に定められる標準。ヘッダの xx には、2 桁の数字が入る。（例：「DB11」は北京市）

4)企業標準

国家・業界標準がなく、主に国営企業独自で制定した規定。届出・受理されたもの。

②基準エネルギー消費効率、測定方法及び表示方法[74]

【ポンプ】（規格番号：GB 19153−2009）

A．概要

中華人民共和国規格協会により GB 規格 で実施。中華人民共和国国家質量監督検験検疫総局中国国家標準化管理委員会の下、2005 年 5 月 13 日に初公布された GB 19762-2005「清水遠心ポンプのエネルギー効率制限値及び省エネ評価値」に代わるものとして発行された。

本規格の原案作成団体は、中国標準化研究院、浙江工業大学工業泵研究所、瀋陽水泵研究所、上海東方泵業（集団）有限公司、上海凱泉泵業（集団）有限公司、上海連成（集団）有限公司、広東仏山水泵廠有限公司、国家排灌及節水設備産品質量監督検験中心、上海人民電機廠有限公司。

【引用規格】

GB/T 3216−2005　回転ポンプ　水力性能受渡試験　等級 1 及び等級 2（ISO 9906:1999,MOD）

GB/T 5657−1995　遠心ポンプの技術仕様（クラスⅢ）（eqv ISO 9908:1993）

GB/T 7021　遠心ポンプ　用語

GB/T 13006　遠心ポンプ、混流ポンプ及び軸流ポンプ　有効吸込ヘッド

この規格で用いる用語及び定義は GB/T 7021 による。

B．ポンプ対象範囲

1 段片吸込清水遠心ポンプ、1 段両吸込清水遠心ポンプ、多段清水遠心ポンプ

C．ポンプ要求効率

要求効率には、効率制限値η_1、目標効率制限値η_2、省エネ評価値η_3の 3 種類がある。効率制限値η_1は 2011 年 6 月末までの要求効率で、同年 7 月 1 日（本規格施行日の 3 年後に当たる）からは、目標効率制限値η_2の強制運用が始まったところである。

省エネ評価値η_3は最も高い効率値だが、遵守は任意である。

ポンプ形式と要求効率の一例は次表のとおり。

[74] 記載内容は ECCJ による仮訳である。

表 3.3.15. ポンプのエネルギー効率制限値及び省エネ評価値（1 段片吸込清水遠心ポンプの例）※

流量 Q/(m^3/h)	比速度 Ns	補正前の効率値 η/%	補正後の効率値 $\Delta\eta$/%	ポンプ仕様点の効率値 η_o/%	エネルギー効率制限値 η_1/%	省エネ評価値 η_3/%
≤300	120～210	図1の曲線の「基準値」に基づくか、若しくは表2の「基準値」の欄からηを読み取る	0	$\eta o=\eta$	$\eta_1=\eta_o-3$	$\eta_3=\eta o+2$
	<120、>210		図3又は図4、若しくは表4から$\Delta\eta$を読み取る	$\eta o=\eta-\Delta\eta$		$\eta_3=\eta o+2$
>300	120～210		0	$\eta o=\eta$		$\eta_3=\eta o+1$
	<120、>210		図3又は図4、若しくは表4から$\Delta\eta$を読み取る	$\eta o=\eta-\Delta\eta$		$\eta_3=\eta o+1$

(※表中に示される参照図、表などの詳細は規格原文を参照のこと。)

●基本的要求事項

1）ポンプ製品の設計、製造及び品質は、GB/T 5657−1995 の規定に適合していなければならない。

2）ポンプ製品の仕様点における必要有効吸込ヘッド（NPSHR）は、GB/T 13006 の規定に適合していなければならない。

3）ポンプ製品の試験方法は、GB/T 3216−2005 の等級 2 に定める要求事項に適合していなければならない。ポンプの性能 Q、H、η、NPSHR の不確かさの最大許容値は、GB/T 3216−2005 等級 2 に定める要求事項に適合していなければならない。

●ポンプ効率

ポンプ効率はポンプ出力と軸動力の比のパーセントである。式 1）により計算する。

$$\eta=\frac{Pu}{Pa}\times 100\% \quad \cdots 1)$$

ここに、

η：ポンプ効率（%）

Pu：ポンプ出力（有効出力)。単位は、キロワット（kW）とする。

Pa：ポンプの軸動力（入力)。単位は、キロワット（kW）とする。

ポンプの出力は、式（2）により計算する。

$$Pu=\rho g Q H\times 10^{-3} \quad \cdots 2)$$

ここに、

ρ：密度。単位は、キログラム毎立方メートル（kg/m^3）とする。

g：重力加速度（g=9.81m/s^2）

Q：流量。単位は、立方メートル毎秒（m^3/s）とする。

H：揚程。単位は、メートル（m）とする。

D．ポンプ表示事項

特になし

E．ポンプ基準の導入時期

2007 年 11 月 2 日公布、2008 年 7 月 1 日施行。

【圧縮機】（規格番号：GB 19153-2009）

A．概要

本規格は、GB 19153−2003「容積形空気圧縮機のエネルギー効率制限値及び省エネ評価値」に代わるもの。原案作成団体は、中国標準化研究院、合肥通用機電産品検測院、広東正力精密機械有限公司、上海佳力士機械有限公司、北京工業大学。

【引用規格】

GB/T 3853	容積形圧縮機の受入試験（GB/T 3853−1998,eqv ISO 1217:1996）
GB/T 4975	容積形圧縮機の用語　総則（GB/T 4975−1995,eqv ISO 3857:1977）
GB/T 13279	汎用固定式往復空気圧縮機
GB/T 13928	小形往復空気圧縮機
JB/T 4253	汎用油冷式ベーン空気圧縮機
JB/T 6430	汎用油冷式スクリュー空気圧縮機
JB/T 7662	容積形圧縮機の用語　回転圧縮機
JB/T 8933	完全無給油式往復空気圧縮機
JB/T 8934	直付け可搬型往復空気圧縮機
JB/T 9107	往復圧縮機用語
JB/T 10525	汎用油冷式シングルスクリュー空気圧縮機

用語及び定義は、GB/T 3853、GB/T 4975、JB/T 7662 及び JB/T 9107 による。

B．圧縮機対象範囲

直付け可搬型往復空気圧縮機、小形往復空気圧縮機、完全無給油式往復空気圧縮機、汎用固定式往復空気圧縮機、汎用油冷式スクリュー空気圧縮機、汎用油冷式シングルスクリュー空気圧縮機、汎用油冷式ベーン空気圧縮機。

C．圧縮機要求効率

要求効率にはエネルギー効率等級、効率制限値、目標エネルギー効率制限値、省エネ評価値の 4 種類がある。エネルギー効率等級は 1 級、2 級、3 級、T に分けられ、最高は 1 級である。エネルギー効率等級は定格吐出し圧力（MPa）毎のユニットの比エネルギー（kW/(m^3/min)）の値で定められたそれぞれの等級値に適合する必要があるが、遵守は任意である。効率制限値は効率等級の 3 級以下に適合していなければならず、2013 年 11 月末までの強制遵守であった。目標エネルギー効率制限値は効率等級の T 値に適合していなければならず、2013 年 12 月 1 日（本規格施行日の 4 年後に当たる）より強制運用が始まったところである。省エネ評価値は効率等級の 2 級以下に適合する必要があるが、遵守は任意である。

例えば給油式の直付け可搬型往復空気圧縮機の圧縮段階 1 段、電動機入力動力 0.75kW のエネルギー効率等級は次表のとおりである。

表 3.3.16. 給油式の直付け可搬型往復空気圧縮機のエネルギー効率等級例

電動機 入力動力 kW	エネルギー 効率等級	定格吐出し圧力 Mpa					
		0.25	0.4	0.5	0.7	0.8	1.0
		ユニット比のエネルギー kW/（m³/min）					
0.75	1	8.3	9.8	10.7	12.3	13.0	14.3
	2	8.7	10.3	11.3	12.9	13.7	15.0
	3	10.9	12.9	14.1	16.2	17.2	18.8
	T	9.9	11.7	12.8	14.7	15.6	17.1

●圧縮機ユニットの比エネルギーは式 1）により計算する。

$$qi = \frac{Pi}{Qi} \quad \cdots 1)$$

ここに、

q_i：圧縮機ユニットの比エネルギー（kW/(m³/min))。

P_i：補正後の圧縮機の入力。単位はキロワット（kW）とする。

Q_i：補正後の圧縮機の容積流量。単位は立方メートル毎分（m³/min）とする。

圧縮機の容積流量と比エネルギーは GB/T 13279、GB/T 13928、JB/T 4253、JB/T 6430、JB/T 8933、JB/T 8934 又は JB/T 10525 に定められた運転状態、及び圧縮機の銘板に記載された回転速度における性能指標でなければならない。

圧縮機の容積流量の試験方法は GB/T 3853、圧縮機の入力の試験方法は GB/T 3853 の定めるところによる。

D．表示事項

GB 19153 の最新版に定めるモータ駆動の圧縮機のエネルギー効率ラベル（以下、「ラベル」という）の使用、届出及び公告に適用する。

ラベルの名称は中国エネルギー効率ラベル（英語名：CHINA ENERGY LABEL）とし、次の内容を記載する。

1）製造業者の名称（又は略称）

2）製品の型式仕様

3）エネルギー効率等級

4）ユニットの比エネルギー[kW/(m³/min)]

5）根拠としたエネルギー効率に関する国家規格の番号

●ラベルの印刷と貼付

・製造業者又は輸入業者は自社でラベルを印刷することとし、印刷の品質に対して責任を負わなければならない。

・ラベルは 80g 以上のコート紙を使用して印刷、又は金属材料により作成しなければならない。

・ラベルは容積形空気圧縮機の分かり易い部分に掲示、貼付又は固定しなければならない。

・出荷又は輸入する容積形空気圧縮機の全台にラベルを貼付すると共に、取扱説明書に説明を記載しなければならない。

・容積形空気圧縮機に貼付するラベルは、この規則の第 2 条の規定に適合したものとし、図案、文字及び色を変更してはならない。ラベルはこの規則の第 2.1 条に定める規格を基に縦横比率を保ったまま拡大することができる。

・取扱説明書、外包装物及びパンフレットにラベルを使用する場合、ラベルは縦横比率を保ったまま拡大又は縮小し、単色で印刷することができるが、ラベルに記載された文字ははっきりと判読できなければならない。

図 3.3.8. 圧縮機ラベルの標準様式

E．導入時期

2009 年 4 月 8 日公布、2009 年 12 月 1 日施行。

【送風機】（規格番号：GB 19761-2009）

Ａ．概要

2005年5月13に初公布されたGB19761-2005「送風機のエネルギー効率制限値及び省エネ評価値」に代わるものとして発行された。エネルギー効率等級を追加し、等級値を引き上げた。

本規格の原案作成責任団体：瀋陽鼓風機研究所、中国標準化研究院、合肥通用機械研究院。また、原案作成協力団体は、西安熱工研究院、陝西鼓風機（集団）有限公司、天津鼓風機総廠、上海鼓風機廠有限公司、長沙鼓風機廠有限責任公司和機械工業節能中心。

【引用規格】

GB/T 1236　産業用送風機　標準通風路による性能試験

GB/T 10178　産業用送風機　実地性能試験

JB/T 2977　産業用送風機、ターボ送風機、圧縮機の用語

JB/T 4357　産業用ボイラー用遠心誘引送風機

JB/T 4358　発電用ボイラー用遠心送風機

JB/T 4362　発電用軸流送風機

JB/T 10562　汎用軸流送風機の技術仕様

JB/T 10563　汎用遠心送風機の技術仕様

用語及び定義はGB/T 1236、JB/T 2977による。

Ｂ．送風機対象範囲

汎用遠心送風機及び軸流送風機、産業用蒸気ボイラー用遠心誘引送風機、発電用ボイラー用遠心送風機及び誘引送風機、発電用軸流送風機、空調用遠心送風機。

Ｃ．送風機要求効率

要求効率はエネルギー効率等級、効率制限値、省エネ評価値の3種類がある。エネルギー効率等級は3等級に分けられ、最高は1級であるが遵守は任意である。効率制限値は、遠心送風機、軸流送風機、アウターロータ型モータを採用した空調用遠心送風機毎に定められた値のうち、3級以上でなければならず、強制規定である。省エネ評価値は各値の2級以上の数値であることが求められるが任意である。

＜例：遠心送風機＞

各等級の遠心送風機の最高効率η_rは、使用領域において、次表に記載された規定以上でなければならない。

遠心送風機の吸込口に吸込ボックスが設置されている場合、各等級の効率η_rは4ポイント引き下げなければならない。

表 3.3.17. 遠心送風機のエネルギー効率等級（圧縮仕事係数 1.0 以上の例）

圧縮仕事係数 ψ	比速度 n_s	効率 η_r/%								
		No.2＜型番＜No.5			No.5＜型番＜No.10			型番≧No.10		
		3級	2級	1級	3級	2級	1級	3級	2級	1級
1.4～1.5	$45<n_s\leq65$	55	61	64	59	65	68			
1.1～1.3	$35<n_s\leq55$	59	65	68	63	69	72			
1.0	$10\leq n_s<20$	63	69	72	66	72	75	69	75	78
	$20\leq n_s<30$	65	71	74	68	74	77	71	77	80

●送風機の効率の計算

$$\eta r = \frac{qvsg1 \cdot pF \cdot kp}{1000Pr} \times 100 \quad \cdots 1)$$

ここに、

η_r：送風機の効率（%）

q_{vsg1}：送風機の吸込口せき止め体積流量。単位は立方メートル毎秒（m^3/s）とする。

k_p：圧縮性補正係数。

P_r：インペラ動力、すなわち送風機のインペラに供給される機械的動力。単位はキロワット（kW）とする。

P_F：送風機の圧力。単位はパスカル（Pa）とする。

$$pF = psg2 - psg1 \quad \cdots 2)$$

P_{sg2}：送風機の吐出し口せき止め圧力。単位はパスカル（Pa）とする。

P_{sg1}：送風機の吸込口せき止め圧力。単位はパスカル（Pa）とする。

●送風機ユニットの効率の計算

$$\eta e = \frac{qvsg1 \cdot pF \cdot kp}{1000Pe} \times 100 \quad \cdots 3)$$

ここに、

η_e：送風機ユニットの効率（%）

P_e：電動機の入力動力。単位はキロワット（kW）とする。

●圧縮仕事係数の計算

$$\psi = \frac{pF \cdot kp}{Psg1 \cdot u2} \quad \cdots 4)$$

ここに、

ϕ：圧縮仕事係数。

u：送風機のインペラ外径部の周速。単位はメートル毎秒（m/s）とする。

P_{sg1}：送風機の吸込口せき止め密度。単位はキログラム毎立方メートル（kg/m^3）とする。

送風機の最高効率点の圧縮仕事係数を当該送風機の圧縮仕事係数とする。

送風機の性能試験は、GB/T 1236 又は GB/T 10178 の規定に従って行うこととする。電気測定法によって送風機の試験を行い、効率を計算する場合には付属の電動機の効率特性曲線を提出しなければならない。

D．送風機表示事項

ラベルは、青色と白色を背景とするカラーラベルとし、長さは最小 80mm、幅は最小 54mm とする。

ラベルの名称は中国エネルギー効率ラベル（英語名：CHINA ENERGY LABEL）とし、次の内容を記載する。

1）製造業者の名称（又は略称）

2）製品の型式仕様

3）エネルギー効率等級

4）効率 η_r 又はユニット効率 η_e

5）根拠としたエネルギー効率に関する国家規格の番号

図 3.3.9. 送風機のエネルギー効率ラベル様式及び規格

E．導入時期

2009 年 10 月 30 日公布、2010 年 9 月 1 日施行。

③ラベリング制度

【概観】

製品エネルギー効率に関するラベリング制度としては、「エネルギー効率標識管理弁法」が 2004 年 8 月 13 日、国家発展改革委員会と国家質検総局より公布され、2005 年 3 月 1 日から実施されている。本法律は、省エネルギー管理を強化し、省エネルギー技術の向上を促進しエネルギー効率を改善することを目的として、「中国省エネ法」、「中国製品品質法」および「中国認証認可条例」に基づいて策定されたものである。

対象となる製品は、国家が大きな省エネルギーの潜在的効果を有し、しかも国内で大量に使用されている製品となっている。対象製品については、中国政府が「中華人民共和国エネルギー効率ラベル製品リスト」を策定し、製品エネルギー効率基準、実施規則、およびエネルギー効率ラベルの形式･規格を定めるとしている。また生産者や輸入業者への義務事項も細かく規定されており、エネルギー効率ラベルを使用開始する日から 30 日以内に、ラベルの見本や営業許可証、設立登記証明書のコピーの提出など各種の資料の提出が義務付けられている。

中国政府が順次公表する「中国エネルギー効率ラベル製品リスト」によると、容積式圧縮機は第 5 次品目として 2010 年 3 月 1 日、送風機は第 6 次品目として 2010 年 11 月 1 日にそれぞれ施行されている。ポンプに関するラベル規定は現存しない。

中国の製品エネルギー効率に関するラベルは下図のとおり「エネルギー効率ラベル」と「省エネ製品ラベル」の 2 つが代表的な制度として存在する。

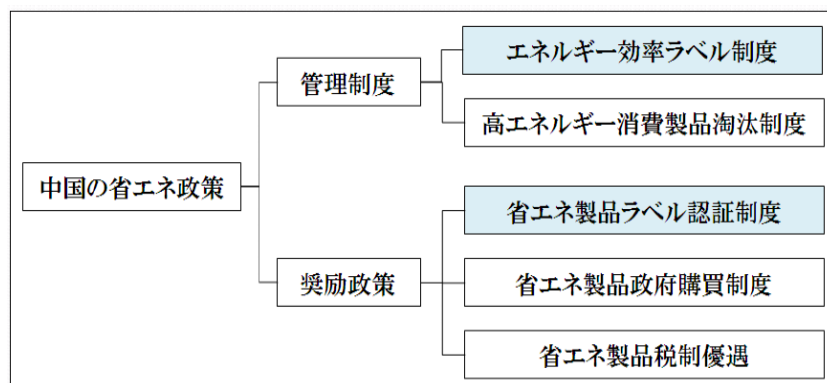
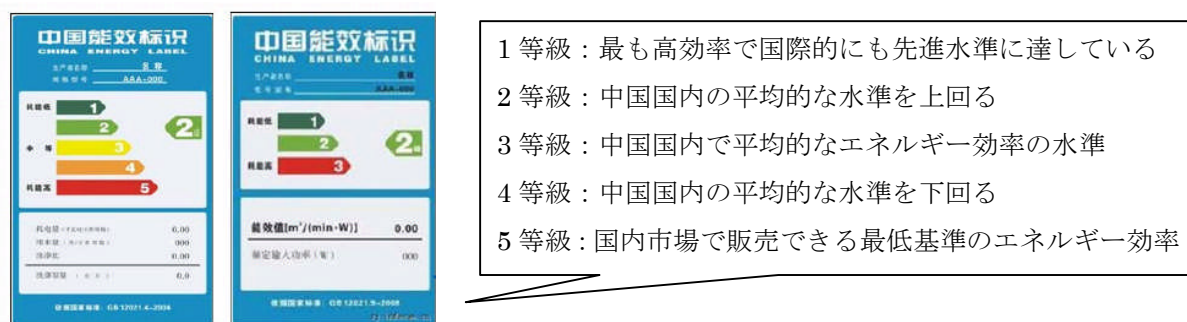



図 3.3.10. 中国の省エネ政策と製品エネルギーラベル制度の位置づけ

【エネルギー効率ラベル制度】

エネルギー効率ラベルとは、エネルギー消費製品またはその最小の包装物上に貼付し、製品のエネルギー効率等級等の性能指標を表示する情報ラベルのことである。その目的は、購入決定に必要な情報を提供し、消費者を高効率・省エネ製品を選択するよう導くことである。

「エネルギー効率ラベル管理弁法」の規定（第 4 条および第 5 条）によると、「中華人民共和国エネルギー効率ラベル実施製品目録」（以下、「目録」という。）に記載された製品は、統一したエネルギー効率ラベルを表示しなければならない。したがって、該当する製品の製造者あるいは輸入者は、使用するエネルギー効率ラベルおよび関係情報を指定機関へ届け出ることになる。輸入製品も該当する。

1 等級：最も高効率で国際的にも先進水準に達している
2 等級：中国国内の平均的な水準を上回る
3 等級：中国国内で平均的なエネルギー効率の水準
4 等級：中国国内の平均的な水準を下回る
5 等級：国内市場で販売できる最低基準のエネルギー効率

・実施機関
国家発展改革委員会、国家品質監督検験検疫総局、国家認証認可監督管理委員会

・手続き方法
I. 届出情報
届出はブランド名、シリーズ、規格ごとにそれぞれ行わなければならない。届出情報には製品型番、効率等級、製造者、届出単元、定格出力、効率などが含まれる。届出情報に変更が生じた場合は改めて届出を行う必要がある。
II. 届出の具体的な流れ
1. 「目録」中の製品の製造者あるいは輸入者は自身で検査測定を行うか、中国（中国合格評定国家認可委員会）が認める中国国内の検査測定機関で製品の検査測定を行い、製品のエネルギー効率等級を確定する。
2. 国の定めた統一様式、規格などに照らして効率ラベルを印刷し使用する。
3. 効率ラベルの使用を開始した日から 30 日以内に指定機関（中国標準化研究院エネルギー効率ラベル管理センター）へ効率ラベルの届出を行う。
III. 届出に必要な資料（外国語の資料には中国語訳を添付し、中国語版に準じる）
a.「中小型三相非同期モーターエネルギー効率ラベル届出表」
b. 製造者の営業許可証または登記登録証明のコピー
c. 輸入者と国外製造者とで締結した関係契約書の副本
d. 製品のエネルギー効率検査測定報告書
e. エネルギー効率ラベルのサンプル
f. 使用開始期日などに関する資料
g. 代理人が届出資料を提出する場合は製造者あるいは輸入者の委託代理文書
h. ブランド使用授権書（必要な場合）
i. 効率ラベル届出 OEM 声明（必要な場合）

・法的責任（罰則[75]）
関係企業が「弁法」の規定に違反した場合、以下のような法的責任を負うこととなる。

[75] エネルギー効率ラベル管理弁法第 22 条～25 条

1)生産者または輸入者が貼付すべきエネルギー効率ラベルを貼付していない場合、地方の省エネ管理部門または地方品質監督検験検疫部門は、期限を定めて是正するよう命じ、期限を過ぎても是正しない場合には、通告を行う。

2)生産者または輸入者がエネルギー効率ラベルの届出手続きを行っていない、または必要な変更手続きを行っていない場合、あるいはエネルギー効率ラベルの仕様や規格が要件に合致していない場合には、地方省エネ管理部門または地方品質監督検験検疫部門は、期限を定めて是正しエネルギー効率ラベルの使用を中止するよう命じる。違反が深刻な場合には、地方品質監督検験検疫部門は生産者または輸入者に 1 万元以下の過料を科す。

3)エネルギー効率ラベルを偽造、不正使用、隠匿し、またはエネルギー効率ラベルを利用し虚偽宣伝、消費者の誤導を行った場合、地方品質監督検験検疫部門は「中華人民共和国エネルギー節約法」、「中華人民共和国製品品質法」およびその他の法律法規の規定に基づき、生産者または輸入者を処罰する。

【省エネ製品ラベル認証制度】

エネルギー使用製品が、国の省エネ認証に関する規格に基づき認証に合格した場合には、当該製品および包装物に省エネ製品の認証マークを使用することができるとしている。1999 年に「中国省エネルギー製品認証管理法」が公表・施行されており、中国標準化研究院（CNIS）の出先機関である中国標準化認証センター（CSC）が認証する。本マーク（下図）の使用については自発的に使用することを原則としている。

本ラベル認証を取得した製品は「中国政府グリーン調達制度」の優先購買の対象となるほか、省エネ製品の技術改良等に税制優遇や金融支援が与えられる。申請費用は企業負担。

35 品目が対象となっており、これまでに 1 万以上の製品に対してラベルが付与されている。容積式コンプレッサ、送風機も本制度の品目対象となっている。

図 3.3.11.省エネラベル

【他のラベル制度】

政府調達品に対して、任意であるが「省エネ認証マーク」を要求しているケースがある。主な認証製品は、カラーTV、蛍光灯類、電源（AC アダプター）、パソコン、パソコン用ディスプレイ、モータ、ポンプなどである。要求事項などが記載された実施規則が発行されている。認証機関は中国品質認証センター（CQC：China Quality Certification Center）である。

図 3.3.11.CQC マーク

（５）韓国

①概観

韓国は「エネルギーの合理的な利用に関する法律(Rational Energy Utilization Act）」を 1980 年に制定。韓国のエネルギー効率規制は、韓国エネルギー管理公団(KEMCO)が管轄しており、以下 3 つのプログラムで運用されている。申請者は韓国指定試験所で試験を行った後、KEMCO に製品の申告を行う。KEMCO への申告は韓国内の製造者及び輸入事業者が直接行う必要がある。

1）効率管理機資材運用規定（Energy Efficiency Label and Standard Program）

・1992 年開始、強制制度

・KEMCO への申告とエネルギー等級ラベル表示必須

・自動車や冷蔵庫等 32 製品が対象

・機器動作時のエネルギー効率を規制

2）高効率エネルギー機資材普及促進に関係する規定

（高効率機器認証プログラム High-efficiency Appliance Certification Program）

・1996 年開始、任意制度

・任意でのマーク(Energy Boy)表示

・対象はファンやインバータ等、工業用品を中心に 44 種類

このプログラムで、ポンプと送風機のエネルギー効率基準、及び表示項目が設定されている。

3）待機電力低減プログラム運用規定（e-Standby Program）

・1999 年開始、強制制度

・KEMCO への申告と Standby warning label 表示必須

・プリンタ、サーバー、PC 等 22 製品が対象

・機器スタンバイ時のエネルギー消費を規制

ラベル表示の対象品にはそれぞれの規定にもとづく表示義務があり、次のラベルを貼付する。

＜効率管理機資材運用規定＞

図 3. 3. 13. エネルギーラベル

＜高効率エネルギー機資材普及促進に関係する規定＞

図 3. 3. 14. 高効率エネルギーラベル

＜待機電力低減プログラム運用規定＞

図 3.3.15.E-STANBY ラベル

【高効率機器認証プログラム】

・法的根拠

「エネルギーの合理的な利用に関する法律」の「エネルギー高効率機器の普及と推進に関する規制」に基づく第 21 条（高効率機器の認証）および第 22 条（高効率機器の記帳管理）。

・高効率エネルギー機器証明のための出願手続

高効率機器の証明を受けたい製造事業者は、KEMCO に、①証明申請書、②保証された効率のメンテナンスに関する文書、③指定試験機関から発行された性能試験報告書、を提出する。中小企業に対しては、KEMCO が予算の範囲内で試験費用を提供援助することが可能（年当たり 2 回まで)。

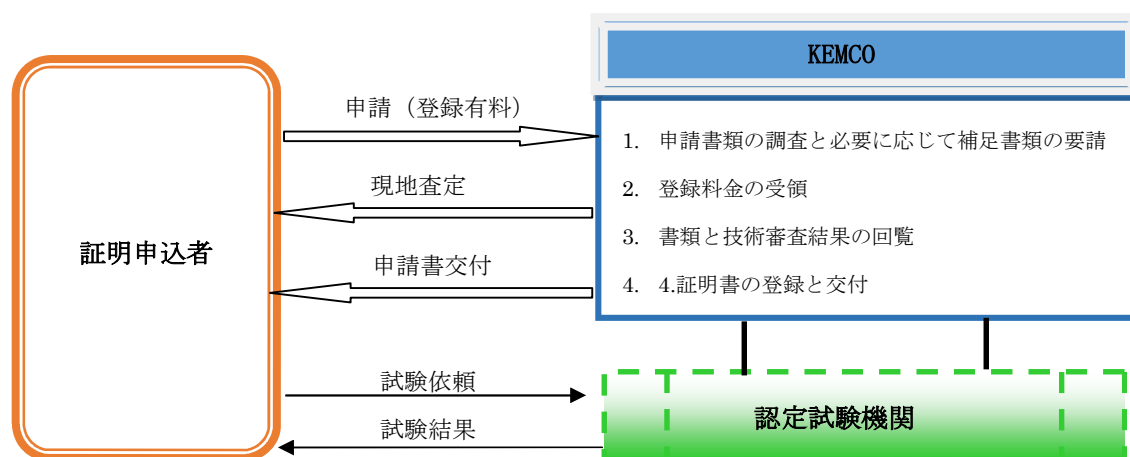



図 3.3.16. 高効率機器証明のための出願手続の概略図

・モニタリング

証明を受けた製品は、KEMCO によるランダムサンプリングにより抽出されガイドラインに沿っているかどうかをチェックされる。一度目のチェック試験に失敗しても、製造事業者及び輸入事業者は二度目の試験を受けるチャンスはあるが、ここで誤りなど見つかると証明は取り消され、その旨公表される。

②基準エネルギー消費効率、測定方法及び表示方法[76]

【ポンプ】

A．適用範囲および概要

吸込口径および吐出口径の呼び径が 200mm 以下、規定吐出量が 15.0m3/min 以下のポンプ

・地上設置用ポンプ

・水中設置用ポンプ（清水用）

・水中設置用 ポンプ（排水用および工事用）

B．種類

＜ポンプ形式に基づく区分＞

1）垂直型　2）水平型

＜インペラ段数に基づく区分＞

1）単段　2）多段

（注）多段の場合、各インペラ数およびモデル等によって分類する。

＜設置用途に基づく区分＞

1）地上設置用　2）水中設置用

＜吸込口径および吐出口径の呼び径に基づく区分＞

呼び径（A)・・・25,32,40,50,65,80,100,125,150,200

＜電動機定格出力に基づく区分＞

定格出力（kW)・・・0.4、0.75、1.5、2.2、3.7、5.5、7.5、11.0、15.0、18.5、22.0、30.0、37.0、45.0、55.0、75.0、90.0

＜電動機の設置型式に基づく区分＞

1）上軸型　2）下軸型

＜電動機の密閉型式に基づく区分＞

1）乾式　2）油封式　3）キャンド式　4）水封式　5）その他

＜電動機の極数に基づく区分＞

1）2 極　2）4 極　3）4 極超過

＜ポンプの吐出方式に基づく区分＞

1）外付型　2）内蔵型　3）半内蔵型　4）その他

＜作動流体に基づく区分＞

1）清水用　2）排水用　3）工事用

＜用途に基づく区分＞

1）加圧用　2）吸い上げ用　3）その他

[76] 記載内容は ECCJ による仮訳である。

C．性能試験

＜ポンプ（総合）効率＞

規定回転数における規定吐出量で測定し、測定値は以下の式を用いてポンプ効率および総合効率を算出する。ただし、その軸動力算出のための電動機の効率特性値は KS C 4202 等の関連規格に準ずる。

$$\eta = \frac{L_W}{L_{MI}} \times 100 \quad (\%)$$

$$L_W = 0.163\gamma QH \quad (kW)$$

ここで η = ポンプ（総合）効率（%）

L_{MI} = 軸動力（入力電力）（kW）

L_W = 水動力（kW）

γ = 液体の単位体積当たりの重量（kg_f/L）

Q = 吐出量（m^3/min ）

H = 全揚程（m）

D．認証技術基準

＜ポンプ効率および総合効率＞

地上設置用ポンプの場合にはポンプ効率を、水中設置用ポンプの場合には総合効率を基準とし、以下の表の該当吐出量（表示板記載事項または試験前に指定した吐出量）において最高効率以上でなければならず、規定吐出量範囲では保証効率以上でなければならない。

＜例：地上設置用ポンプ＞

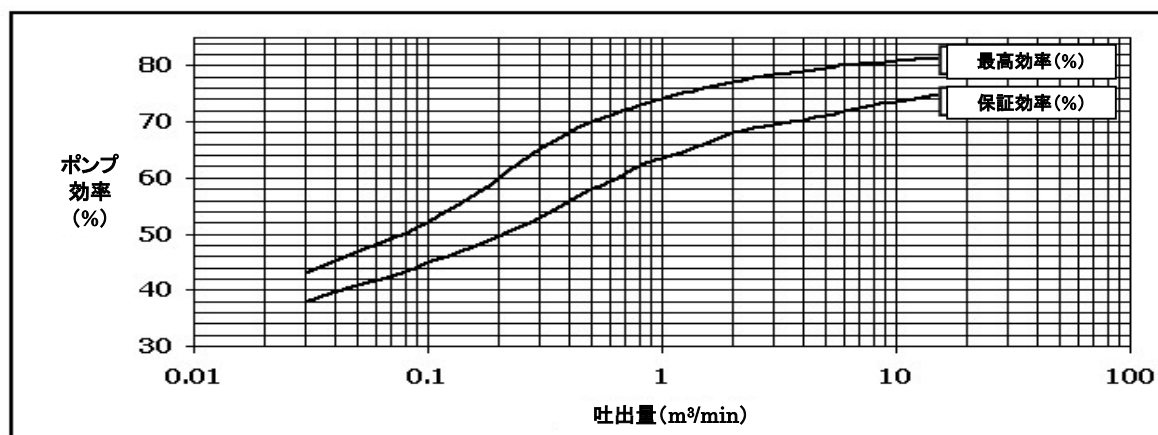



図 3.3.17. 地上設置用ポンプの効率曲線

表 3.3.18. 地上設置用ポンプの吐出量における最高効率と保証効率

吐出量（m³/min)	0.03	0.05	0.08	0.1	0.15	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8
最高効率（%)	43.0	47.0	50.0	52.0	56.5	60.0	65.0	68.0	70.0	71.0	73.0
保証効率（%)	38.0	41.0	43.0	45.0	47.5	49.5	53.0	56.0	58.0	59.5	62.0
吐出量（m³/min)	1.0	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0	10.0	15.0	-
最高効率（%)	74.0	76.0	77.0	78.5	79.0	79.5	80.0	80.5	81.0	81.5	-
保証効率（%)	63.0	66.0	68.0	69.5	70.5	71.5	72.0	73.0	73.5	75.0	-

Ｅ．表示方法

製造者は、製品の見えやすい箇所に高効率資機材マーク（e マーク）および以下の事項を消えにくい方法で表示しなければならない。

1）認証番号

2）品名およびモデル名

3）吸込口径、吐出口径および段数

4）電源（kW/V/A/P）

5）ポンプ（総合）効率（%）

6）製造日

7）製造番号

8）製造者

【送風機】

■換気扇

Ａ．適用範囲および概要

羽根径の大きさが 0.5m 以下であり、家庭、事務室等で使用する換気扇の単相電動機（付属の調節器を含む）により駆動し、軸流型または遠心型の羽根付きのものであり、消費電力が 300W 以下のものについて規定する。

Ｂ．種類

＜使用用途に基づく区分＞

1）厨房用（レンジフード）　2）浴室および事務所用

＜羽根径による区分＞

次表のとおり。

表 3.3.19.羽根径による区分

区分	羽根の呼び径
L10	100mm 以下
15	100mm 超過 150mm 以下
20	150mm 超過 200mm 以下
25	200mm 超過 250mm 以下
30	250mm 超過 300mm 以下
40	300mm 超過 400mm 以下
50	400mm 超過 500mm 以下

＜静圧に基づく区分＞

1）一般型　2）高静圧型

＜ユニット構成に基づく区分＞

1）一体型　2）分離型　3）兼用型

＜送風方式に基づく区分＞

1）直接排気式　2）ダクト接続式

＜設置場所に基づく区分＞

1）壁掛型（キャノピー方式）　2）天井型（アイルランド方式）　3）挿入型（ビルトイン方式）

Ｃ．性能試験

＜比消費電力（Ventilation Efficiency Ratio、VER）＞

定格周波数、定格電圧下で測定した消費電力と風量を基準とし、以下の式を用いて算出する。

$$\eta_v = \frac{Q}{P} \times 100$$

ここで、η_v ＝ 比消費電力［（m^3/min）/W］

Q ＝ 有効風量（m^3/min）

P ＝ 消費電力（W）

D．認証技術基準

試験を行う場合には、調節静圧が一般型で 70Pa、高静圧型で 200Pa での比消費電力が次表の基準を満たさなければならない。

表 3.3.20. 比消費電力

区分			比消費電力［(m^3/min) /W］
浴室および事務所用	軸流型	一般型	5 以上
	遠心型	一般型	4 以上
		高静圧型	
厨房用	遠心型	一般型	6 以上

E．表示方法

製造者は製品の見えやすい個所に高効率資機材マーク（e マーク）および製造者名を刻印しなければならず、消えにくい方法で以下の事項を表示しなければならない。

1）種類（例：厨房用）

2）定格電圧（V）および定格周波数（Hz）

3）消費電力（W）（電動機が 2 つ以上の場合は合計）

4）絶縁巻線の絶縁の種類（種）

5）有効風量（m^3/min）

6）油吸着率（%、厨房用換気扇に該当）

7）ガス捕集率（%、厨房用換気扇に該当）

8）比消費電力［(m^3/min) /W］

9）製造日、製造番号、製造者名

■　遠心送風機

Ａ．適用範囲および概要

圧力比が 1.1 未満または吐出圧力が 10 kPa 未満の直動、直結およびベルト駆動の遠心式送風機（以下、送風機またはファンとする）であり、その大きさはインペラーにおける羽根の外径が 160 mm から 1800mm まで適用し、建築物や一般工場の吸気、排気、換気および空調用等として使用されるものに関して規定する。

Ｂ．種類

＜構造に基づく区分＞

1）後向翼型　2）翼型　3）前向翼型

＜空気吸込型式の区分＞

1）片吸込型　2）両吸込型

＜動力伝達方式に基づく区分＞

1）　直結式　2）ベルト駆動式

表 3.3.21.コード番号に基づく区分　（単位：mm）

コード番号	016	018	020	022	025	028	032	036	040	045	050
羽根外径	160	180	200	224	250	280	315	355	400	450	500

コード番号	056	063	071	080	090	100	112	125	140	160	180
羽根外径	560	630	710	800	900	1000	1120	1250	1400	1600	1800

（上記区分以外の羽根外径の場合には、最小から最大の範囲内で申請者の申請に準ずる。）

Ｃ．性能試験

性能試験により次に示す 2 表に適合しなければならず、該当のコード番号がない場合、その間の値を基準として補間法を適用して該当の効率を適用する。

表 3.3.22.性能認証基準

試験項目	認証基準
公称効率 および 風量基準	申請者が試験前に提示した静圧および風量を基準として測定した際に、公称効率値は次表の値以上、風量は提示した値以上で、各試料の誤差は±2.5%であること
認証風量範囲	提示した静圧の 85%で測定した風量を認証風量の上限領域とする。ただし、85%の静圧における効率は、次表の 90%以上でなければならず、前向翼ファンは除外する。

表 3.3.23. コード番号別最高公称効率値

コード番号	電動機直結式			ベルト駆動式		
	後向翼	翼型	前向翼	後向翼	翼型	前向翼
28 以下	53.0	–	45.5	51.0	–	43.5
32	57.0	58.0	47.5	55.0	55.5	45.5
36	59.5	61.0	50.0	57.0	58.5	48.0
40	62.5	62.5	53.0	60.0	60.0	50.5
45	65.5	67.0	55.5	64.0	64.5	53.5
50	68.0	70.0	58.5	65.5	67.0	56.0
56	70.0	72.0	59.5	67.0	69.0	57.0
63	72.5	75.5	61.5	69.5	72.5	59.0
71	74.0	76.5	62.5	71.0	73.0	60.0
80	74.5	78.0	63.0	71.5	75.0	60.5
90	76.5	79.5	64.0	73.0	76.5	61.5
100	77.0	80.5	64.5	73.5	77.5	62.0
112	77.0	80.5	65.0	73.5	77.5	62.5
125	77.0	80.5	66.0	73.5	77.5	63.5
140	77.5	81.0	67.0	74.0	77.5	64.5
160	77.5	81.0	68.5	74.0	77.5	65.5
180	77.5	81.0	70.0	74.0	77.5	67.0

D．認証技術基準

送風機の風量、全圧、動力および回転速度の試験方法は、原則的に KS B 6311 に準ずる。ただし、送風機公称効率の算定基準は以下のとおりである。

$$\text{送風機の公称効率（\%）} = \frac{\text{風量（m}^3\text{/min）} \times \text{全圧（}Pa\text{）}}{60 \times 1000 \times \text{駆動部の公称動力（}kW\text{）}} \times 100$$

また、ここで駆動部の公称動力は以下の式のとおりである。

$$\text{駆動部の公称動力（}kW\text{）} = \frac{\text{入力電力（}kW\text{）} \times \text{駆動電動機の公称効率値（\%）}}{100}$$

E．表示方法

製造者は製品の見えやすい個所に高効率資機材マーク（e マーク）および製造者名を刻印しなければならず、消えにくい方法で以下の事項を表示しなければならない。

1) 品名およびモデル名
2) 公称効率の認証範囲（%）
3) 風量の認証範囲（m³/min）
4) 静圧の認証範囲（Pa）
5) 電圧（V）、電流（A）、動力（kW）
6) 回転数（rpm）
7) 製造日および製造番号
8) 製造者

■　ターボ送風機

A．適用範囲および概要

圧力比が 1.1 以上または吐出圧力が 10kPa 以上であり、電動機駆動方式のターボ・ブロワに適用する。

B．種類

<空気吸込型式の区分>

1）片側吸込型　2）両側吸込型

<回転数変換方式に基づく区分>

1）回転数可変タイプ　2）回転数増速タイプ

<段数に基づく区分>

1）単段型　2）多段型

C．性能試験

ターボ・ブロワの風量、圧力、動力、温度および回転速度等の試験方法は、原則的に KS B 6350 に準ずる。ただし、駆動部における入力の測定はブロワ稼働時に必要なすべての付属装置（冷却装置、潤滑装置等）の動力を含んだ値とし、総合効率の算定基準は以下の式に準ずる。

総合効率（%）$=\frac{L_{ad}}{L_s}\times 100$

ここで、

$L_{ad}=\frac{k}{k-1}\times\frac{P_1Q_1}{60}\times\left[\left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{k-1}{k}}-1\right]$: 理論断熱空気動力　(kW)

L_s: 駆動部入力　(kW)

k: 空気の断熱指数（=1.4）

Q_1: 吸込状態で換算した空気量　(m^3/min)

P_1: 吸込空気の絶対圧　(kPa abs)

P_2: 吐出絶対圧　(kPa abs)

D．認証技術基準

ターボ・ブロワは、次表の認証技術基準に適合しなければならない。

表 3.3.24. 認証技術基準

試験項目	認証技術基準
総合効率 および 風量基準	申請者が試験前に提示した規定条件（圧力、回転数および風量）を基準にして測定した際に、風量は提示した値を基準として 100%～110%でなければならず、総合効率値は次表の値以上であること
総合効率の 許容偏差	申請者が試験前に提示した規定条件（圧力、回転数および風量）を基準にして測定した際に、各試料間の総合効率偏差の範囲は±5%以内であること

表 3.3.25.流量別総合効率値

風量（m^3/min）	回転数可変タイプ	回転数増速タイプ
50 以下	65.0	64.0
51～100	67.0	65.0
101～150	68.0	66.0
151～200	68.0	67.0
201～250	70.0	68.0
251～300	71.0	69.0
301～350	71.0	70.0
351～400	73.0	71.0

Ｅ．表示方法

製造者は、製品の見えやすい箇所に高効率資機材マーク（e マーク）および以下の事項を消えにくい方法で表示しなければならない。

1）品名およびモデル名
2）総合効率（%）
3）吐出風量（m^3/min）
4）吐出絶対圧力（kPa abs）
5）電圧（V）、電流（A）、動力（kW）
6）回転速度（rpm）
7）製造日および製造番号、製造者

③ラベリング制度

【概観】

高効率機器を認定するための任意のプログラム。

政府は、市場に出るエネルギー高効率機器の割合を強化するために、長期と低利ローンを認定企業に提供する。政府機関や関連団体は、認定機器を購入・使用することとなっている。

【罰則】

なし

【他のラベル制度】

効率管理機資材運用規定に指定されている自動車や冷蔵庫、モータなど電機電子製品 35 品目について、ラベル貼付が義務付けられている。

＜エアコンのラベル例＞

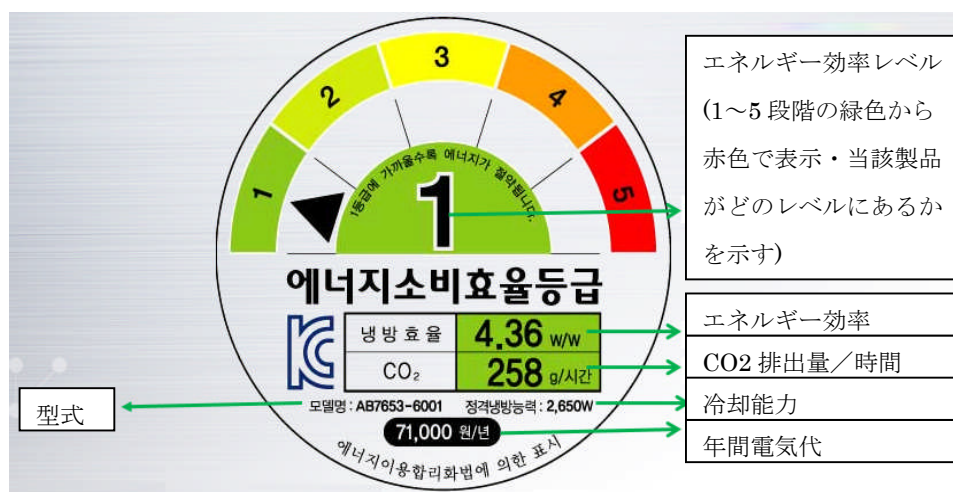



図 3.3.18. エアコンの省エネラベル例

表 3.3.26　スプリット型冷房能力 4.0kW 以下のエネルギー効率レベル

R	Grade
4.36 ≦ EER	1
4.36 ≦ EER	2
4.00 ≦ EER<4.36	3
3.67≦ EER<4.00	4
3.37 ≦EER<3.67	5
EER is R in the air conditionnors EER = Measured cooling capacity(W) / Measured power consumption(W) MEPS : 3.37W/W	

（６）豪州

①概観

2001 年、連邦・州・準州政府のエネルギー官僚・関係者から構成される「エネルギーに関する政策審議会（MCE：Ministerial Council on Energy)」が設置され、エネルギー消費機器に関する「1998 年国家地球温暖化対策」を管理・実施している。現在では、基準ラベリング制度は豪州とニュージーランドによる覚書に基づく共同プログラムとして、エネルギー効率機器プログラム（The Equipment of Energy Efficiency Program 、通称 E3 プログラム）のもと、家電や産業機器を対象に MEPS 強制基準と省エネラベル Energy Rating Scheme による表示義務が導入され、対象製品を製造/輸入/販売する事業者に MEPS 基準の遵守と省エネラベルの適正表示が義務付けられている。法制度は従来各州による州法が根拠となっていたが、現在は 2012 年に制定された豪州連邦法である温室効果ガスおよびエネルギー最低基準法（GEMS 法：Greenhouse and Energy Minimum Standards）と呼ばれる法律が制定されてこの法律に基づき実施されている。所管するのは豪州連邦政府の温暖化対策局 AGO 、各州政府 、ニュージーランド政府 EECA が中心となっている。試験方法はオーストラリア規格協会 SA と E3 委員会が協力し作成している。

●MEPS 強制基準（Minimum Energy Performance Standards）

1999 年より対象製品についてエネルギー消費効率基準に満たない製品を市場から取り除くことを目的に、MEPS（Minimum Energy Performance Standards）が開始された。オーストラリアの主要貿易国のエネルギー消費効率基準を調査し、その中で最も厳しい水準に合わせて自国の基準を決める制度を策定。2004 年から同国内で製造または海外から輸入される製品に対して、基準の順守を義務化した。

●データ報告

事業者は豪州政府に製品登録する必要がある。最初の登録を E3 プログラムが運営するウェブ上で行うが、それ以降の定期報告は要求されていない。但し、ニュージーランドではエネルギー効率・省エネルギー局 EECA に対して毎年の定期報告が要求されている。

※データ報告に関しては 2012 年に制定された GEMS 法第 56 項に基づき義務化される計画もある。

●基準策定の基本的な考え方

E3 プログラムでは、「世界最高の基準を導入する“Best Regulatory Practice”」ことを目標とし、省エネ基準の策定に際し、この考え方を適用している。

●省エネラベルの等級

省エネラベルの等級には通常星 1 つが MEPS に設定され、3 星または 4 星の位置に対して省エネ性が一番高い数値が設定される。ただし、製造事業者の努力により、製品の省エネ性は向上し、星の評価も漸次的に向上する。2000 年には全ての製品タイプに対して星の振り直しが実施されたが、製造事業者により大幅な改善があり、2010 年には冷蔵庫とエアコンの計算式が改定され、10 星までの表示が導入された。

●ベースエネルギー消費(base energy consumption - BEC)と SRI(Star Rating Index)

ベースエネルギー消費に基づきラベルの星 1 つがどの位置に来るのかが設定される。次の星は一定の割合で BEC に比べてエネルギー消費が下がった位置に設定される。設定値や設定範囲は機器により異なる。

●検討体制と手順

E3 プログラムで対象とする製品の選定または基準策定に当たっては、豪州とニュージーランド政府、産業界、業界団体、中小企業、小売り/輸入事業者、消費者団体、環境保護団体などが関与する、規制案を作成するために、想定する機器の国内でのエネルギー消費の状況や分布、市場分析に加え、基準の改定や新規に基準を導入することで生じる影響についての分析が行われる。なお、これらの分析においては、豪州統計局 が有するエネルギーデータ、住宅調査で得たデータ、GfK 等の民間の調査会社によるデータ等が収集されて利用される。

●見直し

省エネラベルに関しては、豪州とニュージーランドの市場が調査され、想定する製品のエネルギー消費状況や等級別の分布が検証される。この検証作業により、実際に市場で上位の等級に占める割合が増えてきたと判断された場合に等級の見直しが検討される。冷蔵庫とエアコンの例では、これらの作業を経て実際に見直しが行われ、2000 年以降にこれらの機器の省エネ性能が大幅に向上した結果、市場における上位等級の割合が大半を占めるようになり、新しい計算方法が策定され、最も省エネ性が高いものには 10 星とする新たな等級が導入された。

●目標達成の評価と遵守確認（E3 Check-Testing Program）

豪州では米国や EU 等と同じく第三者認証は必要とされず、制度遵守に関しては事業者が自ら製品を測定して結果を自己宣言する方式である。また、製品試験は指定の豪州/ニュージーランド規格に準じて実施されたことを申告すれば、自社で試験したものでも問題はない。豪州では E3 プログラムの下、MEPS 基準の遵守とラベルの適正表示を確認するために定期的に店舗調査に基づく遵守確認を実施している。このプログラムは E3 Check-Testing Program と呼ばれ、1991 年から実施されている。開始以来 2010 年までの期間で約 1 千件の製品がチェックテスティングされた。このチェックテスティングでは、政府が実際に店舗で製品を購入し、試験の回数を第一段階と第二段階に分け、第一段階のテストに不合格となった場合、事業者に通知が出される。是正されなければ第二段階の試験が行われる。第二段階の試験に不合格となった場合、製品登録の抹消となり、社名の公表や罰金が適用となるケースもある。違反が疑われる事例には連邦競争・消費者委員会も参画し、調査が行われる。なお確認作業の結果は豪州政府のウェブで公開されている。

●罰則

以下の罰則が適用できることを規定している(連邦 GEMS 法)。

・登録停止
・違反に対する通知
・民事・刑事罰（罰金）
・禁止令（違反活動の停止）
・行使力のある企業による違反に対する是正と消費者と環境に対する賠償をすることを協約

●機器の省エネ普及促進のための他の施策

ヴィクトリア州による割引プログラム（Victorian Government Warmer Winter Discount）

700$の販売時の割引

（対象機器：星 4 つ以上の省エネ型ガスヒーター　対象者：高齢者などの特別カード所有者）

http://www.sustainability.vic.gov.au/services-and-advice/households/rebates/gas-heater-discount-for-concession-card-holders

②基準と表示

【ポンプ】

Swimming pool pump および spa pool について任意の基準がある。

「Rules for Participation: Voluntary Energy Labelling Program for Swimming Pool Pump Units」によれば、この任意のプログラムに参加する場合、”Australian Standard AS 5102-2009, Performance of household electrical appliances - Swimming pool pump-units:” に沿って測定を行うこととされている。テスト手順や計算方法については AS 5102.1-2009 に従って行う。

星の数は、SRI の値によって下記の通り決まる。

表 3.3.27. 多段階の星の付け方

Star Rating Index (SRI)	Star Rating
SRI < 1.5	1.0
1.5 ≤ SRI < 2.0	1.5
2.0 ≤ SRI < 2.5	2.0
2.5 ≤ SRI < 3.0	2.5
3.0 ≤ SRI < 3.5	3.0
3.5 ≤ SRI < 4.0	3.5
4.0 ≤ SRI < 4.5	4.0
4.5 ≤ SRI < 5.0	4.5
5.0 ≤ SRI < 5.5	5.0
5.5 ≤ SRI < 6.0	5.5
6.0 ≤ SRI < 7.0	6.0
7.0 ≤ SRI < 8.0	7.0
8.0 ≤ SRI < 9.0	8.0
9.0 ≤ SRI < 10.0	9.0
10.0 ≤ SRI	10.0

SRI 値は下記の計算式によって求める

$$SRI = 1 + \frac{1n\left(\frac{EF_{D(av)}}{9.0}\right)}{1n(1.25)}$$

$EF_{D(av)}$はエネルギー係数（energy factor）の平均値を現す。

EF_D は以下の式で求める

$$EF_D = 60 \times \frac{Q_D}{P_D}$$

Q_D＝流量

P_D＝入力電力

$EF_{D(av)}$ の値が 9 の場合、SRI は 1.0 となり、以降、エネルギー使用量が 25%削減される毎に星が追加されていく。$EF_{D(av)}$の値が 54 の場合、星が 9 つとなる。

プール用ポンプのラベルは 6 星表示に加え、それ以上の省エネ性能を表示できる 7 星から 10 星の等級が追加された。（任意）

星の数が多いほど、高効率。星の数はエネルギー消費とエネルギー（容）量を考慮した計算式を用いて算出する。計算式は星の追加毎にエネルギーの一定割合の減少がある等比数列となっている。

この製品のメーカと型番

年間エネルギー消費量（単位 kWh/年）。この数値はこの製品の試験されたエネルギー消費量（関連基準を対照として測定）と、家庭で製品を典型的な方法で使用した場合の情報を基にしている

この製品の試験を行った基準。試験では製品ごとに異なる基準（通常、国際基準と合致するもの）が採用される。オーストラリアの基準ではエネルギー消費量の測定方法と、ラベリング評価を受ける前に製品が満たさなければならない最低性能基準が定められている。

オーストラリアの Energy Rating ウェブサイトの URL。サイト上で異なる型式のエネルギー消費量を比較することが可能。

図 3.3.19. プール用ポンプラベル例
（9 つ星に認定されている Hayward 社 Tristar SP3215VS のラベル）

（http://www.hayward-pool.com/shop/en/australia/tristar-vs-460-1b-sp3215vs ）

【圧縮機】

効率基準等検討中

【送風機】

5W～125W 以下の Small FanUnits 及び 125W～250kW の産業・商業用の送風機について、３E 委員会にてパブコメ中

参考

家庭用機器のラベル

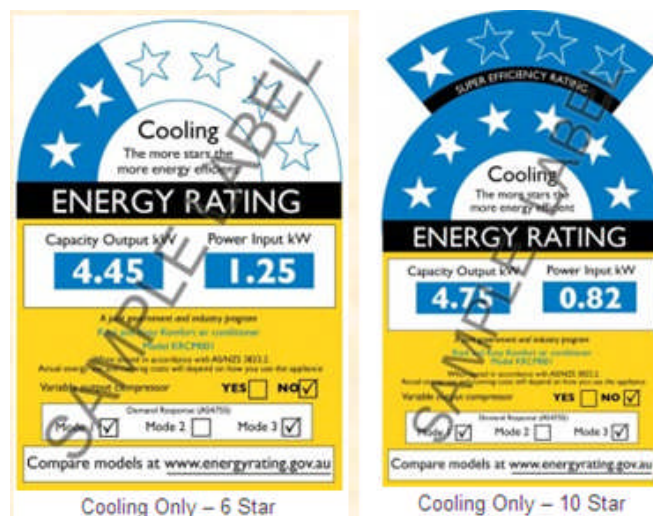



図 3.3.20.省エネラベル（Energy Rating Labeling Scheme）エアコンの例

（http://www.energyrating.gov.au/）

３．３．２．国際規格

（1）概要

三機器の国際規格の検討状況として、ISO 規格を調査した。ISO 規格の概要は以下の通り。

■ISO 規格

ISO 規格は、国際標準化機構（International Organization for Standardization : ISO）が制定する国際規格である。ISO は各国の代表的な標準化機関によって組織される非政府間国際機関で、電気・電子分野および電気通信分野を除く全ての産業分野について、国際的な標準化を行っている。平成 24 年 12 月時点で、ISO には 164 カ国が参加しており、日本からは JIS を制定する日本工業標準調査会（JISC）が代表として参加している。

規格は、その規格を制定した団体の種類・規模によって、適用範囲が異なってくるが、ISO や IEC（国際電気標準会議）といった国際機関が制定した国際規格は全世界で適用される。また、近年は国家規格などを制定・改訂する際に、国際規格と整合性を持つことが義務付けられており、日本においても ISO 規格と JIS との整合化がはかられている。

■ISO 規格の規格番号

規格番号は「ISO」で始まり、その後ろに番号、発行年が付記される（例：ISO 9000:2005)。ひとつの規格が複数のパートに分かれる場合は、番号に続けてハイフン、枝番が表示される（例：ISO 10161-2:2014)。

規格番号の前後に、以下のような記号がつくことがある。

・ISO と他の標準化団体が合同で制定した規格は、次のように表示される。

例：ISO/IEC 27001（IEC：国際電気標準会議と合同で制定）

ISO/ASTM 51276（ASTM：米国材料試験協会と合同で制定）

・各国の国家規格など、他の規格制定団体が ISO 規格を自機関の規格として採用した場合は次のように表示される。言語が異なる場合があるが、内容は ISO 規格と同じものである。

例：BS ISO 10110 （イギリス規格の例）

DIN ISO 10110 （ドイツ規格の例）

■ISO ホームページ(http://www.iso.org/)

検索画面にアクセスし、「pump」「compressor」「fan」を入力して検索し、規格内容の要約や、修正票の有無などを見ることができた。

「Advanced search」に進むと、制定委員会や文書の種類などからも検索することができる。[77]

[77] 国立国会図書館 WEB サイト https://rnavi.ndl.go.jp/research_guide/entry/theme-honbun-400353.php

（２）ポンプ

【ISO9906：2012　Rotodynamic pumps – Hydraulic performance acceptance tests – Grades 1, 2 and 3（ターボ形ポンプ－水圧性能試験 - 等級 1、2、3)】

表 3.3.28.ポンプの国際規格

規格の目的	ポンプ性能を確認し、これをメーカーの保証と比較することを目的とする。
発行年	2012 年
規格の概要	
1)対象範囲	ポンプ試験設備（例えばメーカーのポンプ試験設備または研究所）でポンプ受理テストのために使われることを目的とする。遠心ポンプ、斜流ポンプ、軸流ポンプ。
2)pump の定義	規模に関わらず清浄冷水を液体として扱うポンプ
3)要求事項	・本規格は以下の 3 つの受理レベルを指定している － grades 1B, 1E and 1U with tighter tolerance; － grades 2B and 2U with broader tolerance; － grade 3B with even broader tolerance. ・ポンプ測定と判定基準 ・テスト手順 ・分析
4)引用規格	・ISO 17769-1, Liquid pumps and installation – General terms, definitions, quantities, letter symbols and units – Part 1: Liquid pumps ・ISO 17769-2, Liquid pumps and installation – General terms, definitions, quantities, letter symbols and units – Part 2: Pumping system

その他: ISO 規格ではポンプに関わる安全や測定方法等の規格が 20 以上あることが下記資料により確認できる

出典(ISO)：

http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_ics/catalogue_ics_browse.htm?ICS1=23&ICS2=80

（３）圧縮機

圧縮機については、圧縮空気システムの評価の実施及び結果報告に関する要求事項が定められている。この規格は、圧縮空気システムのエネルギー評価について利用可能な文書[78]を参照して作成された。

【ISO11011：2013　Compressed Air – Energy efficiency – Assessment（圧縮空気－エネルギー効率－評価）】

表 3.3.29.圧縮機の国際規格

規格の目的	本規格は、圧縮空気を利用し、当該システムのエネルギー効率改善を望む組織のエネルギー管理目標達成を支援するために作成された。ケルヴィン卿（Lord Kelvin）が 1883 年に述べた言葉「測定できないものは、改善できない（If you cannot measure it, you cannot improve it)」を念頭に置き、この国際標準規格は測定を支援し、知識を提供して改善を可能にすることを目指している。
発行年	2013 年
規格の概要	
1)適用範囲	本規格はエネルギー入力からこれら入力の結果行われる仕事までシステム全体の検討を行う、圧縮空気システムの評価（以降、「評価」と記載）の実施及び結果報告に関する要求事項を定める
2)圧縮空気システムの定義	以下の 3 つのサブシステムからなるもの。 ・供給。一次エネルギー資源の圧縮空気エネルギーへの変換を含む。 ・動力伝達。圧縮空気エネルギーの生成点から使用点への動きを含む。 ・需要。生産における最終用途及び様々な形態の圧縮空気の損失を始めとするすべての圧縮空気消費者の合計を含む。
3)要求事項	・評価により得られたデータの分析 ・評価所見の報告及び文書化 ・評価プロセスの結果実現される推定エネルギー節減量の特定 本規格では、評価活動に参加する者の役割及び責任を規定する。
4)引用規格	・ISO 1217、容積圧縮機 ― 合否判定試験（ISO 1217, Displacement compressors - Acceptance tests） ・ISO 5598、流体動力装置および構成部品 ― 用語（ISO 5598, Fluid power systems and components - Vocabulary）

その他：ISO 規格では圧縮機に関わる安全や測定方法等の規格が 20 以上あることが下記資料により確認できる

出典(ISO)：

http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_tc_browse.htm?commid=51850&published=on&includesc=true

[78] ASME EA-4-2010 からの抜粋は ASME より許可を得て使用されている。使用した主な要素は「適用範囲及び序文（Scope and Introduction)」「評価の手配（Organizing the Assessment)」「評価により得られたデータの分析（Analysis of Data From the Assessment)」「報告及び文書化（Reporting and Documentation)」、ならびに「附属書（規定）－ I、予備的データ収集マトリクス（Mandatory Appendices － I, Preliminary Data Collection Matrix)」である。

（４）送風機

送風機については、以下の効率等級分類がある。

【ISO12759：2010　Fans-Efficiency classification for fans（送風機効率の等級分類）】

表 3.3.30.送風機の国際規格

規格の目的	・化石燃料を使い、増加する二酸化炭素レベルの増加による気候変動をコントロールしながら経済成長を続けるためにはエネルギー効率を高める必要がある。 ・送風機が使用する動力エネルギーは世界のエネルギー需要の 20%を占める。従い、送風機の効率について最低限の規格(minimum efficiency standard)を設ける必要がある。 ・本 ISO は将来の省エネルギー目標値を定める立法・規制機関により使われることを想定している。
発行年	2010 年
規格の概要	
1)対象範囲	電動機出力 0.125kW から 500kW の範囲の送風機 (適用除外) ・fans for smoke and emergency smoke extraction ・Fans for industrial processes ・fans for automative application, trains and planes ・fans for potentially explosive atmospheres ・box fans, powered roof ventilators and air curtains ・jet fans for use in car parks and tunnel ventilation
2)Fan の定義	Bare shaft fan　駆動装置がない状態 driven fan　駆動装置、容量制御装置がついた状態
3)等級 (Rating)	・以下の二種類に区分 ①FEG：bare shaft fans rating ⇒ファンサイズ（羽根車先端直径） ②FMEG：driven fan rating ⇒ファン軸動力 ①②両者の間は直接比較することはできない。 FEG の等級のファンに駆動装置を取り付ける場合には電動機効率などを評価する必要がある。 ・効率は最高効率(optimum efficiency / best efficiency point)を用いる ・受入可能な最低効率レベルは規制機関と送風機メーカ代表者との間の協議による ・送風機の効率等級(efficiency grade)は最大安全速度を越さない速度で運転した性能曲線に基づく。 AA)FEG ・ファン効率はファンの作動点の関数であるが、FEG はファンの最高効率(optimum(peak) efficiency)で決定される。 駆動装置と bare shaft fan を組み合わせた効率評価は Annex B に記載あり BB)FMEG ・FMEG は、駆動装置入力動力と羽根型式により決定。

その他、ISO 規格では送風機に関わる安全や測定方法についての規格が 20 以上あることが下記資料により確認できる

出典(ISO)：http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_tc_browse.htm?commid=51820

（５）真空ポンプ

現在、効率に関する基準はなく測定方法のみ存在する。

【ISO 21360-1：2012 Vacuum technology – Standard methods for measuring vacuum-pump performance】Part1：General description, Part2：Positive displacement vacuum pumps

(真空ポンプ性能を測る標準的な方法－パート１：一般説明、パート２：ポジティブな置換真空ポンプ)

３．３．３．市場動向

海外の市場動向について、生産・輸出入台数、消費電力量、組み込まれているモータの種類及びその調達方法ならびにトップランナー制度の対象モータの調達実績及び今後の予定について、企業にヒアリングを行った。ヒアリングに協力いただいた企業より得られた回答内容から事例として、品目毎に市場動向と各社の対応を列挙する。

ヒアリングはポンプ 4 社、圧縮機 4 社、送風機 4 社、真空ポンプ 3 社、合計 15 社に対して実施した。

（1）ポンプ

ポンプの海外市場動向とその事例について次表にまとめる。

表 3.3.31. ポンプの市場動向

	海外市場情報及び海外市場への各社の対応
生産・輸出入台数を含む当該市場規模[79]	（米国市場規模）水中設備ポンプの市場規模は 420 億円程度（推定）
消費電力量[80]	（EU 市場）109 TWh(2005 年時)。2020 年には 136 TWh まで増加と予測。
組み込まれているモータの種類	・IE1 が主流 ・各国モータ規制に合わせて IE2 もしくは IE3 を採用（例えば米国市場は IE3 相当など） ・認証指定のある中国・韓国は規制に合うように気をつけている（ユーザ側にて当該国の認証を取ったモータを用意してもらう場合がある） ・モータなしで納入する場合がある
組み込みモータの調達方法	・メーカー設備業者（or 装置メーカ）－ユーザ
トップランナー制度の対象モータの調達実績	・グループ会社から調達 ・モータメーカとの共同開発
今後のモータ調達予定	・規制に合わせてモータ調達する

79 ヒアリングでは個別社の取引台数や規模を把握しているが、汎用機ではなく客先仕様のものが多く、公開情報に適さないため、非公開とする。
80 当該市場における電力消費量は全体を表すものではないため非公開とする。

（２）圧縮機

圧縮機の海外市場動向とその事例について次表にまとめる。

表 3.3.32. 圧縮機の市場動向

	海外市場情報及び海外市場への各社の対応
生産・輸出入台数を含む当該市場規模	各市場とも公開情報なし
消費電力量	（EU 市場）59TWh/年(2010 年時)。2020 年には 57TWh/年、2030 年には 60TWh/年になると予測。
組み込まれているモータの種類	IE1、IE3
組み込みモータの調達方法	現地主導での調達。
トップランナー制度の対象モータの調達実績	各市場とも公開情報なし
今後のモータ調達予定	・当該市場の規制動向に合わせて効率クラスを検討予定。 ・日本向けと同じ IE3 を採用

（３）送風機

送風機の海外市場動向とその事例について次表にまとめる。

表 3.3.33.送風機の市場動向

	海外市場情報及び海外市場への各社の対応
生産・輸出入台数を含む当該市場規模	各市場とも公開情報なし
消費電力量	（EU 市場）344 TWh/年。2020 年には約 34 TWh/年増加と予測。
組み込まれているモータの種類	（中国市場）GB 規格に合ったものを求められることがある。
組み込みモータの調達方法	客先要求にあうものを調達
トップランナー制度の対象モータの調達実績	各市場とも公開情報なし
今後のモータ調達予定	IE3

（4）真空ポンプ

真空ポンプの海外市場動向とその事例について次表にまとめる。

表 3.3.34. 真空ポンプの市場動向

	海外市場情報及び海外市場への各社の対応
生産・輸出入台数を含む当該市場規模※	（EU 市場）$142,513,000 （米国市場）$97,001,000 （中国市場）$87,126,000 中国国内の真空ポンプ生産量は、2011 年には 739 万 9600 台（前年比 12.3%増）、2012 年には約 850 万台（同 15%増）に達した。各分野の動向は下流工程産業からの影響や環境保護圧力などにより異なり、水封式真空ポンプの市場シェアが徐々に低下する一方、ドライ真空ポンプは大幅に上昇している。また、ハイエンド製品については欧州・米国・日本などの企業の製品が独占している[81]。 （韓国市場）$57,778,000
消費電力量	各市場とも公開情報なし
組み込まれているモータの種類	・IE1、IE2 が主流。 ・モータ規制対象市場は IE3（一部は IE2 相当のトップランナー規制対応） ・ユーザの個別要求により各国の高効率に対応する場合あり
組み込みモータの調達方法	・海外メーカのモータを調達（電圧が日本向けと異なるため） ・本社で決定
トップランナー制度の対象モータの調達実績、機器の流通形態	【機器の流通形態例】 国内（又は海外）部品調達－自社国内工場組立－販売代理店－商社－組込メーカー－最終ユーザ
今後のモータ調達予定	IE3 導入検討（場合によってはモータ無しで販売する選択肢もあり）

※ International Statistics on Vacuum Technology の 2014 年統計資料より真空ポンプの市場規模を抽出。以下の各国団体で構成されており、資料提供企業数は 302 社。

JVIA (Japan Vacuum Industry Association)

AVEM International (Association of Vacuum Equipment Manufacturers International)

EVTA (European Vacuum Technology Association)

in co-operation with SEMI (Semiconductor Equipment and Materials)

81 「中国の真空ポンプ産業の分析」2013-2016（㈱グローバルインフォメーション）概要より

【本節で使用した主な参考文献・WEB サイト】

EU
欧州委員会　http://eur-lex.europa.eu/
欧州エネルギー効率協議会　http://www.eceee.org/
欧州ポンプ製造事業者協議会　http://www.europump.org/
EuP ネットワーク　http://www.eup-network.de/product-groups/overview-ecodesign/

米国
米国エネルギー省　http://www.energy.gov/
米国空調機器協会　http://www.amca.org/
米国機械学会　https://www.asme.org/

中国
中国エネルギーラベル　http://www.energylabel.gov.cn
中国規制データバンク　http://www.crdb.jp/content/view/425/1185/
一般財団法人電気安全環境研究所　http://www.jet.or.jp/

韓国
韓国産業通商資源部知識経済部　http://www.motie.go.kr/
韓国エネルギー管理公団　http://www.kemco.or.kr/
「Korea Energy Standards & Labeling」（韓国知識経済部、韓国エネルギー管理公団発行）

豪州
オーストラリア・ニュージーランド政府　http://www.energyrating.gov.au/

ISO 規格
国際標準化機構　http://www.iso.org/iso/home.htm
日本標準工業調査会　https://www.jisc.go.jp/international/isoiec.html

全般
独立行政法人日本貿易振興機構　http://www.jetro.go.jp/indexj.html
エバラ時報　No.225（2009-10）「ポンプの省エネルギーの動向」松村正夫、國友新太
エバラ時報　No.236（2012-7）「ポンプ及びモータの省エネルギーの動向」宮本辰哉
CLASP オンライン　http://www.clasponline.org/
日本電機工業会　http://www.jema-net.or.jp/

４．分析

４．１．トップランナー対象３要件

トップランナー制度の対象となる機器が満たすべき要件が次のとおり定められている。
・我が国において大量に使用される機械器具であること
・その使用に際し相当量のエネルギーを消費する機械器具であること
・その機械器具に係るエネルギー消費効率の向上を図ることが特に必要なものであること
ポンプ、圧縮機、送風機、真空ポンプの３要件について推計と分析を行う。

４．１．１　国内ストック数

（1）国内ストック数の推計方法
　本調査の対象は、産業用モータやその代替となるＰＭモータなどが採用された産業・業務部門で使用されるポンプ、圧縮機、送風機、真空ポンプである。この調査の趣旨を考慮し、国内ストック数を推計するにあたっては、次の３つの方法のいずれかを選択するものとする。
・機械統計を利用する
・機械統計、メーカアンケートの結果を利用する
・機械統計、メーカアンケートの結果、及びユーザアンケートの結果を利用する

　なお、これらの３つの方法を用いる理由は、本調査の対象とする機器に範囲を限定するためである。特に今回の調査対象機器は企業間取引（BtoB）で流通する機器であり、結果としてその機器がどこで使用されるのか分からない。そのため、それぞれの機器で推計方法を工夫することにより、産業・業務部門で使用される対象機器に範囲を限定することを試みる。

【推計１】機械統計を利用する

・「内閣府　民間企業投資・除却調査」（以下、「投資除却調査」とする。）において「ポンプ及び圧縮機」の「平均使用期間（年）」が公開されており、平成 18～25 年度までの調査の累積で、平均使用期間は 18.0 年（標本標準偏差 9.9 年）となっている。ここでは、この使用年数 18.0 年を経過した際に、全ての対象機器が更新されると仮定する。（なお、今回の調査ではポンプ、圧縮機以外の機器として、送風機、真空ポンプも対象としているが、投資除却調査にはその区分はない。「その他の一般産業機械及び装置」の区分を利用する方法も考えられるが、多種多様な機械装置よりも、ポンプ及び圧縮機に近い扱いを受ける装置であると仮定し、送風機、真空ポンプについても、ポンプ及び圧縮機の平均使用期間を使用することとする。）
・「経済産業省 資産動態統計年報機械統計編」（以下、「機械統計」とする。）に記載された対象機器の販売台数を、当該年の日本における対象機器の更新数と想定する。すなわち、対象機器の販売台数の過去 18 年分を集計することで、その機器の国内ストック数を推計する。

【推計２】機械統計、メーカアンケートの結果を利用する

・【推計１】と同じ方法で国内ストック数を推計する。
・機械統計の対象機器と今回調査の対象機器の違いを補正する。機械統計の 2013 年販売台数と、メーカアンケート調査で得られた 2013 年度の国内出荷台数を比較し、その比率で機械統計から得られた国内ストック数を補正する。

【推計３】機械統計、メーカアンケートの結果、及びユーザアンケートの結果を利用する

・【推計１】と同じ方法で国内ストック数を推計する。
・機械統計の対象機器と今回調査の対象機器の違いを補正する。機械統計の 2013 年販売台数と、メーカアンケート調査で得られた 2013 年度の国内出荷台数を比較し、その比率を算定する。さらに、ユーザアンケートで得られた対象機器の台数のうち、メーカアンケートに協力したメーカの台数とその他のメーカを含めた台数を比較し、その比率を算定する。メーカアンケートから得られた比率、及びユーザアンケートから得られた比率で機械統計から得られた国内ストック数を補正する。

推計１～３の推計方法のイメージを次図に示す。

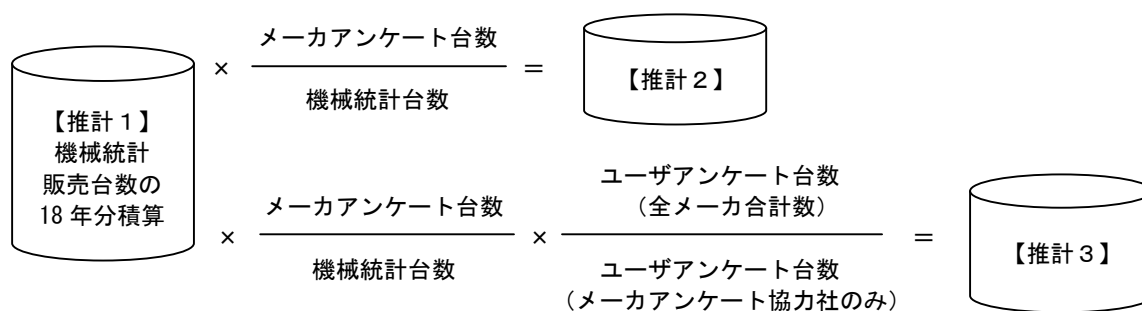



図 4.1.1. 国内ストック数の推計方法

（２）ポンプの国内ストック数

機械統計におけるポンプは、「調査票番号 06 ポンプ、圧縮機及び送風機」におけるポンプとして公表されている。この区分では、産業・業務で使用されるポンプとそれ以外のポンプを特に区別していないため、機械統計の数値をそのまま使用すると、今回の調査で想定していないポンプが含まれる可能性がある。また、メーカアンケートに協力いただいている主要メーカ以外のメーカ製のポンプ台数についても考慮することが適切と考えられる。よってポンプの国内ストック数は【推計３】により推計するものとする。

機械統計の 1996 年から 2013 年までの販売数量とその合計は次表のとおり。

表 4.1.1. 機械統計におけるポンプの販売台数

年	販売数量（台）
1996	3,842,617
1997	4,280,379
1998	3,726,245
1999	3,762,513
2000	3,776,525
2001	3,545,757
2002	3,511,277
2003	3,562,916
2004	3,944,751
2005	3,955,783
2006	3,850,697
2007	3,750,992
2008	3,561,130
2009	2,856,282
2010	3,249,777
2011	2,727,308
2012	2,677,797
2013	2,583,645
合計	63,166,391

さらに、2013 年の機械統計 2,583,645 台に対するメーカアンケート出荷台数 518,767 台の比率（表 3.1.9. 参照）を利用する。

また、ユーザアンケートではポンプメーカの名称を記載してもらうようになっており、ポンプメーカの名称が記載されていた全ポンプ台数は 57,674 台、メーカアンケートに協力したメーカ製のポンプ台数は 36,721 台であった。この結果から、メーカアンケートに協力したメーカ製ポンプ台数 36,721 台に対する全メーカ製ポンプ台数 57,674 台の比率を利用し、次式のとおり国内ストック数を補正する。

63,166,391　×（518,767/2,583,645）×（57,674/36,721）＝　19,920,082

これより、産業・業務で使用されるポンプの国内ストック数は 19.9 百万台と推計される。

（３）圧縮機の国内ストック数

機械統計における圧縮機は、「調査票番号 06 ポンプ、圧縮機及び送風機」における圧縮機として公表されている。この区分では、産業・業務で使用される圧縮機とそれ以外の圧縮機を特に区別していないため、機械統計の数値をそのまま使用すると、今回の調査で想定していない圧縮機が含まれる可能性がある。また、メーカアンケートに協力いただいている主要メーカ以外のメーカ製の圧縮機台数についても考慮することが適切と考えられる。よって圧縮機の国内ストック数は【推計３】により推計するものとする。

機械統計の 1996 年から 2013 年までの販売数量とその合計は次表のとおり。

表 4.1.2. 機械統計における圧縮機の販売台数

年	販売数量（台）
1996	241,095
1997	250,787
1998	210,774
1999	203,894
2000	223,538
2001	555,259
2002	410,810
2003	345,980
2004	318,121
2005	363,661
2006	355,713
2007	325,576
2008	296,392
2009	246,445
2010	317,200
2011	329,812
2012	289,366
2013	216,853
合計	5,501,276

さらに、2013 年の機械統計 216,853 台に対するメーカアンケート出荷台数 46,701 台の比率（表 3.1.18. 参照）を利用する。

また、ユーザアンケートでは圧縮機メーカの名称を記載してもらうようになっており、圧縮機メーカの名称が記載されていた全圧縮機台数は 7,469 台、メーカアンケートに協力したメーカ製の圧縮機台数は 6,423 台であった。この結果から、メーカアンケートに協力したメーカ製圧縮機台数 6,423 台に対する全メーカ製圧縮機台数 7,469 台の比率を利用し、次式のとおり国内ストック数を補正する。

5,501,276　×（46,701/216,853）×（7,469/6,423）＝　1,377,681

これより、産業・業務で使用される圧縮機の国内ストック数は 1.4 百万台と推計される。

（4）送風機の国内ストック数

機械統計における送風機は、「調査票番号 06 ポンプ、圧縮機及び送風機」における送風機、及び「調査票番号 28 回転電気機械」における電気ブロワとして公表されている。なお、電気ブロワについては「共通軸の三相の物に限る（単相の換気扇は 31 の民生用電気機械器具)」とされており、31 民生用電気機械器具の中に「換気扇」があり「モータでファンを回転させ、屋外の新鮮な空気を取り入れる機能、室内の汚れた空気を排出する機能、もしくはその両方の機能を有する機器」として別に定義されている。このことから、今回の調査で想定している産業・業務で使用される送風機を「調査票番号 06 ポンプ、圧縮機及び送風機における送風機」、及び「調査票番号 28 回転電気機械における電気ブロワ」の合計として差支えないと考え、送風機の国内ストック数は【推計１】により推計するものとする。

機械統計の 1996 年から 2013 年までの販売数量とその合計は次表のとおり。

表 4.1.3. 機械統計における送風機の販売台数

年	販売数量（台）
1996	870,347
1997	892,172
1998	728,195
1999	752,263
2000	801,049
2001	709,742
2002	648,231
2003	631,414
2004	665,568
2005	677,736
2006	678,490
2007	640,237
2008	588,349
2009	476,541
2010	481,929
2011	433,064
2012	382,754
2013	361,932
合計	11,420,013

これより、産業・業務で使用される送風機の国内ストック数は 11.4 百万台と推計される。

（５）真空ポンプの国内ストック数

機械統計における真空ポンプは、「調査票番号 06 ポンプ、圧縮機及び送風機」における真空ポンプとして公表されている。この区分には、様々な種類の真空ポンプが全て含まれており、今回調査対象とした機械ポンプ以外に、油の蒸気を利用するポンプや極低温に気体分子を吸着させるポンプなどが含まれている。そこでこれら調査対象外のポンプを台数集計から除くために、真空ポンプの国内ストック数は【推計２】により推計するものとする。

機械統計の 1996 年から 2013 年までの販売数量とその合計は次表のとおり。

表 4.1.4. 機械統計における真空ポンプの販売台数

年	販売数量（台）
1996	121,453
1997	134,176
1998	118,375
1999	116,279
2000	149,221
2001	94,086
2002	91,310
2003	141,187
2004	271,964
2005	94,311
2006	106,983
2007	85,826
2008	72,697
2009	39,289
2010	67,172
2011	62,519
2012	50,720
2013	53,809
合計	1,871,377

さらに、2013 年の機械統計 53,809 台に対するメーカアンケート出荷台数 38,967 台の比率（表 3.1.35. 参照）を利用し、次式のとおり国内ストック数を補正する。

1,871,377 ×（38,967/53,809）＝ 1,355,200

これにより、産業・業務で使用される真空ポンプのうち、今回調査対象とした機械ポンプの国内ストック数は 1.4 百万台と推計される。

なお、真空ポンプは半導体や液晶製造に使用され、販売年で台数の変動が特に大きい。今回の調査対象である機械ポンプの真空ポンプ全体に占める割合の変動は不明であるが、本推計では、機械ポンプの割合が一定として想定していることに留意する必要がある。

４．１．２．エネルギー使用量

（１）エネルギー使用量の推計方法

エネルギー使用量を推計するためには使用実態を把握する必要がある。本推計では、JISC4034-30で規定されるモータ定格出力を参考に区分（以下、「モータ定格出力区分」という。）を作成し、この区分ごとに使用実態を整理することとした。これは、機器の大きさ、すなわちモータ定格出力に関連して、通常工場や事業場で稼働している「稼働機」と、稼働機になんらかの問題が生じた際に代替機として使用するために準備されている「予備機」の割合、機器運転時に定格での運転を１とした場合の実際に機器にかかる負荷を示す平均負荷率、及び年間の平均運転時間などに差があることが想定されるためである。具体的な推計手順を次に示す。

・国内ストック数を、モータ定格出力区分に割り当てる。割り当てる際の比率は、メーカアンケートで得られた機器の出荷台数割合を利用する。
・モータ定格出力区分ごとに割り当てられた国内ストック数に、ユーザアンケートから得られた機器の稼働機と予備機を合わせた全台数に対する稼働機の割合（以下、「稼働機割合」という。）、その区分における機器のモータ定格出力の加重平均（以下、「平均モータ定格出力」という。）、平均負荷率、平均運転時間を乗算し、モータ定格出力区分ごとの年間消費電力量を算出する。
・モータ定格出力区分ごとの年間消費電力量を加算し、当該機器の推計年間消費電力量とする。

推計手順のイメージを次図に示す。

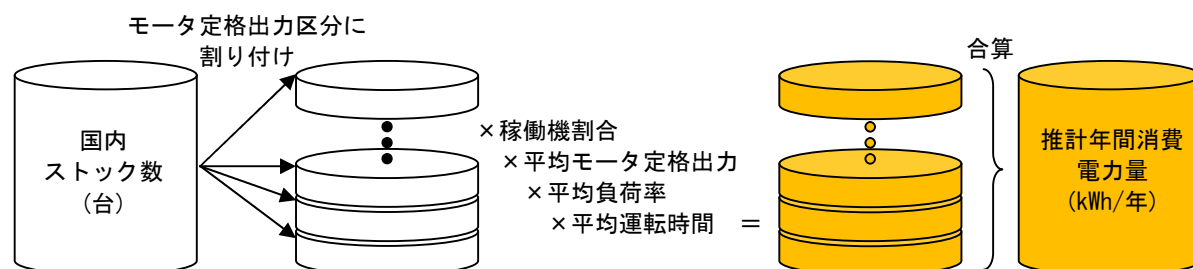



図 4.1.2.年間消費電力量の推計方法

なお、平均負荷率、平均運転時間などの値を導いたユーザンアンケート実施に関する詳細は２．４．で整理しているが、アンケートの対象は省エネ法で規定された第一種及び第二種のエネルギー管理指定工場等である。よって、運転時間や負荷率などについては、日本国内における一般的な使用状況よりも大きくなる可能性があることに留意しなければならない。

（２）ポンプのエネルギー使用量

ポンプの国内ストック数に対するエネルギー使用量は次表のとおり計算され、推計年間消費電力量は 3,122 億 kWh となる。

表 4.1.5.ポンプのエネルギー使用量推計表

モータ定格出力区分（kW）	メーカアンケート		国内ストック数（台）	ユーザアンケート				推計年間消費電力量（億 kWh/年）
	出荷台数（台）	出荷台数割合		稼働機割合[82]	平均モータ定格出力[83]（kW）	平均負荷率	平均運転時間（h）	
全区分合計	518,767	1.000	19,920,082					3,122.3
～0.2 以下	69,814	0.135	2,680,781	0.90	0.14	0.66	5,188.5	11.6
0.2 超～0.4 以下	84,289	0.162	3,236,605	0.94	0.38	0.64	5,460.3	40.4
0.4 超～0.6 以下	2,348	0.005	90,161	0.85	0.52	0.70	2,889.6	0.8
0.6 超～0.75 以下	126,743	0.244	4,866,792	0.92	0.75	0.71	3,893.6	92.9
0.75 超～1.1 以下	2,680	0.005	102,909	0.93	1.05	0.73	4,454.9	3.3
1.1 超～1.5 以下	18,035	0.035	692,524	0.94	1.48	0.72	4,139.1	28.8
1.5 超～2.2 以下	74,574	0.144	2,863,560	0.90	2.16	0.69	3,933.6	150.9
2.2 超～3.0 以下	4,788	0.009	183,854	0.89	2.79	0.68	4,767.9	14.7
3.0 超～4.0 以下	43,259	0.083	1,661,098	0.89	3.69	0.68	4,272.7	159.3
4.0 超～5.5 以下	3,175	0.006	121,917	0.89	5.45	0.71	4,474.0	18.7
5.5 超～7.5 以下	34,740	0.067	1,333,978	0.88	7.38	0.69	4,547.9	270.5
7.5 超～11.0 以下	7,747	0.015	297,476	0.88	10.60	0.70	4,826.2	93.6
11 超～15 以下	4,822	0.009	185,159	0.87	14.16	0.70	4,788.9	76.9
15 超～18.5 以下	422	0.001	16,204	0.84	18.21	0.71	5,678.8	9.9
18.5 超～22 以下	31,725	0.061	1,218,205	0.88	21.09	0.69	5,865.4	919.9
22 超～30 以下	714	0.001	27,417	0.83	29.41	0.75	6,196.8	31.1
30 超～37 以下	2,223	0.004	85,361	0.82	35.73	0.77	6,147.3	117.7
37 超～45 以下	639	0.001	24,537	0.84	43.49	0.75	6,294.4	42.2
45 超～55 以下	786	0.002	30,182	0.87	54.82	0.72	6,777.0	70.1
55 超～75 以下	4,720	0.009	181,243	0.82	73.38	0.74	5,977.6	481.9
75 超～90 以下	41	0.000	1,574	0.77	89.41	0.76	6,168.4	5.1
90 超～110 以下	78	0.000	2,995	0.79	105.36	0.77	6,956.6	13.4
110 超～132 以下	95	0.000	3,648	0.80	130.05	0.78	6,826.3	20.1
132 超～160 以下	35	0.000	1,344	0.81	151.11	0.78	6,665.9	8.5
160 超～200 以下	40	0.000	1,536	0.81	188.78	0.79	6,855.4	12.6
200 超～375 以下	89	0.000	3,418	0.80	276.99	0.79	5,777.6	34.8
375 超～500 以下	19	0.000	730	0.87	469.04	0.80	8,195.4	19.5
500 超～1000 以下	17	0.000	653	0.80	720.46	0.81	5,762.1	17.7
1000 超～2000 以下	16	0.000	614	0.82	1640.84	0.80	5,362.5	35.6
2000 超～5000 以下	91	0.000	3,494	0.85	2817.25	0.74	5,167.5	319.7

[82] ユーザアンケートから得られた機器の稼働機と予備機を合わせた全台数に対する稼働機の割合を「稼働機割合」という。詳細は４．１．２．（１）を参照のこと。

[83] モータ定格出力区分における機器のモータ定格出力の加重平均を「平均モータ定格出力」という。詳細は４．１．２．（１）を参照のこと。

（３）圧縮機のエネルギー使用量

圧縮機の国内ストック数に対するエネルギー使用量は次表のとおり計算され、推計年間消費電力量は 454 億 kWh となる。

表 4.1.6.圧縮機のエネルギー使用量推計表

モータ定格出力区分（kW）	メーカアンケート		国内ストック数（台）	ユーザアンケート				推計年間消費電力量（億 kWh/年）
	出荷台数（台）	出荷台数割合		稼働機割合[84]	平均モータ定格出力[85]（kW）	平均負荷率	平均運転時間（h）	
全区分合計	46,701	1.000	1,377,681					454.3
～0.2 以下	5,883	0.126	173,549	1.00	0.20	0.8	7,305.0	2.0
0.2 超～0.4 以下	1,742	0.037	51,389	1.00	0.36	0.6	2,213.6	0.2
0.4 超～0.6 以下								
0.6 超～0.75 以下	3,669	0.079	108,236	0.84	0.75	0.64	3,128.4	1.4
0.75 超～1.1 以下								
1.1 超～1.5 以下	3,213	0.069	94,784	0.96	1.50	0.62	3,692.5	3.1
1.5 超～2.2 以下	8,876	0.190	261,842	0.95	2.19	0.64	3,342.3	11.7
2.2 超～3.0 以下								
3.0 超～4.0 以下	6,171	0.132	182,045	0.97	3.86	0.52	3,822.8	13.6
4.0 超～5.5 以下	2,594	0.056	76,523	0.93	5.10	0.71	6,026.6	15.6
5.5 超～7.5 以下	4,189	0.090	123,576	0.93	6.84	0.69	4,994.7	27.1
7.5 超～11.0 以下	1,676	0.036	49,442	0.93	10.05	0.65	4,159.7	12.5
11 超～15 以下	1,158	0.025	34,161	0.92	14.94	0.64	4,752.7	14.3
15 超～18.5 以下	5	0.000	148	0.87	17.27	0.6	5,076.2	0.1
18.5 超～22 以下	1,047	0.022	30,887	0.90	21.95	0.67	5,601.2	22.9
22 超～30 以下	163	0.003	4,809	0.89	28.76	0.79	5,449.5	5.3
30 超～37 以下	5,221	0.112	154,020	0.94	36.36	0.66	6,317.2	218.5
37 超～45 以下	37	0.001	1,092	0.79	44.37	0.74	5,808.7	1.7
45 超～55 以下	140	0.003	4,130	0.89	54.96	0.73	5,833.8	8.7
55 超～75 以下	726	0.016	21,417	0.90	73.81	0.71	5,381.7	54.4
75 超～90 以下	13	0.000	384	0.83	87.61	0.72	5,979.3	1.2
90 超～110 以下	10	0.000	295	0.86	105.82	0.69	5,481.1	1.0
110 超～132 以下	1	0.000	30	0.88	126.60	0.76	6,049.2	0.2
132 超～160 以下	93	0.002	2,744	0.83	150.13	0.71	5,672.7	13.8
160 超～200 以下	3	0.000	89	0.84	181.62	0.74	5,931.1	0.6
200 超～375 以下	65	0.001	1,918	0.85	274.42	0.75	6,367.7	21.2
375 超～500 以下	6	0.000	177	0.82	436.07	0.8	6,306.1	3.2

空欄はその区分にメーカアンケート出荷台数がなかったため、計算に利用していないことを示す。

84 ユーザアンケートから得られた機器の稼働機と予備機を合わせた全台数に対する稼働機の割合を「稼働機割合」という。詳細は４．１．２．（１）を参照のこと。

85 モータ定格出力区分における機器のモータ定格出力の加重平均を「平均モータ定格出力」という。詳細は４．１．２．（１）を参照のこと。

（4）送風機のエネルギー使用量

送風機の国内ストック数に対するエネルギー使用量は次表のとおり計算され、推計年間消費電力量は 976 億 kWh となる。

表 4.1.7.送風機のエネルギー使用量推計表

モータ定格出力区分（kW）	メーカアンケート		国内ストック数（台）	ユーザアンケート				推計年間消費電力量（億 kWh/年）
	出荷台数（台）	出荷台数割合		稼働機割合[86]	平均モータ定格出力[87]（kW）	平均負荷率	平均運転時間（h）	
全体	235,095	1.000	11,420,013					975.8
～0.2 以下	68,714	0.292	3,337,862	1.00	0.10	0.98	8,097.2	26.5
0.2 超～0.4 以下	94,033	0.400	4,567,762	0.94	0.36	0.75	5,985.3	69.0
0.4 超～0.6 以下								
0.6 超～0.75 以下	7,557	0.032	367,090	0.94	0.75	0.76	5,766.9	11.3
0.75 超～1.1 以下	270	0.001	13,116	0.99	0.92	0.83	5,873.5	0.6
1.1 超～1.5 以下	750	0.003	36,432	0.99	1.49	0.77	5,880.4	2.4
1.5 超～2.2 以下	6,099	0.026	296,266	0.98	2.17	0.72	4,181.9	18.9
2.2 超～3.0 以下								
3.0 超～4.0 以下	34,051	0.145	1,654,067	0.98	3.77	0.77	5,440.7	257.3
4.0 超～5.5 以下	17,074	0.073	829,389	0.96	5.42	0.74	5,393.3	172.4
5.5 超～7.5 以下	66	0.000	3,206	0.97	6.97	0.7	5,592.0	0.9
7.5 超～11.0 以下	723	0.003	35,121	0.98	10.20	0.79	5,611.2	15.5
11 超～15 以下	3,948	0.017	191,779	0.96	14.95	0.73	5,543.8	111.8
15 超～18.5 以下	64	0.000	3,109	0.97	18.12	0.79	5,874.3	2.5
18.5 超～22 以下	36	0.000	1,749	0.94	21.68	0.73	6,379.5	1.7
22 超～30 以下	589	0.003	28,611	0.94	29.78	0.73	6,264.1	36.7
30 超～37 以下	290	0.001	14,087	0.93	36.36	0.72	6,176.5	21.2
37 超～45 以下	130	0.001	6,315	0.93	44.78	0.76	5,957.4	12.0
45 超～55 以下	467	0.002	22,685	0.91	54.77	0.74	6,650.9	55.6
55 超～75 以下	124	0.001	6,023	0.89	72.20	0.73	6,970.8	19.8
75 超～90 以下	5	0.000	243	0.93	89.01	0.72	6,584.2	1.0
90 超～110 以下	10	0.000	486	0.92	106.45	0.77	7,090.3	2.6
110 超～132 以下	17	0.000	826	0.85	128.21	0.78	7,576.1	5.3
132 超～160 以下	10	0.000	486	0.90	154.82	0.73	6,721.2	3.3
160 超～200 以下	6	0.000	291	0.89	188.34	0.76	6,709.0	2.5
200 超～375 以下	25	0.000	1,214	0.94	285.06	0.68	6,311.6	14.0
375 超～500 以下	12	0.000	583	0.88	443.12	0.72	6,294.2	10.4
500 超～1000 以下	9	0.000	437	0.94	744.99	0.72	6,665.9	14.7
1000 超～2000 以下	9	0.000	437	0.97	1527.82	0.7	7,105.6	32.1
2000 超～5000 以下	7	0.000	340	0.99	3722.15	0.66	6,503.5	53.8

空欄はその区分にメーカアンケート出荷台数がなかったため、計算に利用していないことを示す。

[86] ユーザアンケートから得られた機器の稼働機と予備機を合わせた全台数に対する稼働機の割合を「稼働機割合」という。詳細は４．１．２．（１）を参照のこと。
[87] モータ定格出力区分における機器のモータ定格出力の加重平均を「平均モータ定格出力」という。詳細は４．１．２．（１）を参照のこと。

（５）真空ポンプのエネルギー使用量

真空ポンプの国内ストック数に対するエネルギー使用量は次表のとおり計算され、推計年間消費電力量は 60 億 kWh となる。

表 4.1.8.真空ポンプのエネルギー使用量推計表

モータ定格出力区分（kW）	メーカアンケート		国内ストック数（台）	ユーザアンケート				推計年間消費電力量（億 kWh/年）
	出荷台数（台）	出荷台数割合		稼働機割合[88]	平均モータ定格出力[89]（kW）	平均負荷率	平均運転時間（h）	
全体	38,967	1.000	1,355,200					60.2
～0.2 以下	13,496	0.346	469,366	0.96	0.09	0.3	8,400.0	1.0
0.2 超～0.4 以下	3,586	0.092	124,714	0.89	0.40	0.77	6,492.1	2.2
0.4 超～0.6 以下	262	0.007	9,112	0.91	0.57	0.56	6,837.1	0.2
0.6 超～0.75 以下	10,064	0.258	350,007	0.85	0.75	0.63	5,049.9	7.1
0.75 超～1.1 以下	119	0.003	4,139	0.93	0.96	0.77	8,019.9	0.2
1.1 超～1.5 以下	2,098	0.054	72,965	0.95	1.47	0.6	3,832.3	2.3
1.5 超～2.2 以下	3,809	0.098	132,470	0.89	2.20	0.74	5,233.2	10.1
2.2 超～3.0 以下	1028	0.026	35,752	0.87	2.81	0.7	4,499.6	2.7
3.0 超～4.0 以下	1,091	0.028	37,943	0.84	3.65	0.74	3,463.2	3.0
4.0 超～5.5 以下	1,494	0.038	51,959	0.92	5.40	0.78	3,548.2	7.1
5.5 超～7.5 以下	765	0.020	26,605	0.90	7.49	0.66	5,344.8	6.4
7.5 超～11.0 以下	679	0.017	23,614	0.87	10.57	0.7	5,274.1	8.0
11 超～15 以下	274	0.007	9,529	0.86	13.98	0.74	5,003.8	4.3
15 超～18.5 以下	5	0.000	174	0.75	18.05	0.75	7,612.1	0.1
18.5 超～22 以下	23	0.001	800	0.88	21.88	0.75	5,730.6	0.7
22 超～30 以下	174	0.004	6,051	0.87	29.96	0.75	4,028.7	4.8

[88] ユーザアンケートから得られた機器の稼働機と予備機を合わせた全台数に対する稼働機の割合を「稼働機割合」という。詳細は４．１．２．（１）を参照のこと。

[89] モータ定格出力区分における機器のモータ定格出力の加重平均を「平均モータ定格出力」という。詳細は４．１．２．（１）を参照のこと。

４．１．３．効率改善余地

（１）効率改善余地の推定方法

効率改善余地を推定するために、メーカアンケートから得られた結果を整理する。

３．２．１でメーカにおける機器の高効率化手法と課題について整理した。次表に３．２．１に記載した高効率化手法を再掲する。

表 4.1.9.高効率化手法（３．２．１．より再掲）

モータを含めた機器全体の省エネルギー化のための手法は、「機器全体の高効率化」と「運転の適性化」に分類できる。「機器全体の高効率化」とは、効率の高いモータの採用や、機械部分の損失を低減することにより、モータと機械部分を高効率化することである。「運転の適性化」は、使用時の運転負荷に合わせて最適な機器運転を行うことである。それぞれの主な手法は以下のとおり。 ①機器全体の高効率化 ・ＣＦＤ（Computational Fluid Dynamics：数値流体力学）解析等による羽形状等の最適化 ・メカニカルロス（機械損失）の低減 ・逆流量の低減 ・効率の高いモータの採用 ②運転の適性化 ・制御方式の工夫 ・仕様の最適化

３．２．１では、効率改善の達成時期に関係なく、回答のあった全ての効率改善手法とその効果等を集計したが、本項では効率改善余地を検討することが求められている。そこで、今回のメーカアンケートで 2013 年度中に出荷された機器の情報を収集したことから、次の方法で効率改善余地を推定することとした。

・メーカアンケート回答の中から、2014 年度以降に達成される高効率化手法とその手法による効率の改善率を集計の対象とする。
・１社のみが回答した高効率化手法については、その効率改善率は当該メーカの個別状況を反映するものと想定し、除外する。
・「②運転の適性化」に関わる効率改善については、実際に現場で稼働した際には大きな省エネ効果が期待されるが、現場での使われ方を想定しない限り、機器そのものの性能として評価することは難しいと考えられるため、ここでの効率改善余地の評価からは除外する。
・「①機器全体の高効率化」として、ＣＦＤ解析等による羽形状等の最適化、メカニカルロスの低減、逆流量の低減、効率の高いモータの採用の４区分について、メーカアンケート回答を集計し、それぞれの効率改善率の平均値を算出する。これを、４区分の平均効率改善率とする。
・また、機器（ポンプ、圧縮機、送風機、真空ポンプ）の高効率化（ＣＦＤ解析による羽形状等の最適化、メカニカルロスの低減、逆流量の低減）とモータの高効率化（効率の高いモータの採用）の２区分について、それぞれの効率改善率の平均値を算出する。これを、２区分の平均効率改善率とする。

（2）ポンプの効率改善余地

メーカアンケート結果から（1）で示した効率改善余地の推定方法にもとづき、平均効率改善率を整理すると次表のようになる。

すなわち、2013 年度に出荷されたある一つの機器を想定した場合のポンプ効率の改善余地は、「ポンプの高効率化（ＣＦＤ解析等による羽形状等の最適化、メカニカルロスの低減）」の平均効率改善率 5.8 ポイントと推定される。また、ポンプとモータを合わせた総合効率の改善余地は、これに「モータの高効率化（効率の高いモータの採用）」の平均効率改善率 2.6 ポイントを加えた、8.4 ポイントと推定される。なお、これらの値は一般的に想定された値であり、ポンプの種類、大きさ、用途などによって異なることに留意しなければならない。また、モータのトップランナー規制に伴い、モータの高効率化の効果は 2015 年 4 月以降、多くの機器で実現されていくと考えられる。

この他、ポンプでは「逆流量の低減」について 1 社の回答があり、「制御方式の工夫」に対しては 2 社平均 1.3 ポイントの改善率が想定されている。また「仕様の最適化」にも 1 社の回答があった。

表 4.1.10. ポンプの高効率化手法と効率改善率

高効率化手法			回答数	【４区分】平均効率改善率（ポイント）	【２区分】平均効率改善率（ポイント）
	【2 区分】	【4 区分】			
機器全体の高効率化	ポンプの高効率化	ＣＦＤ解析等による羽形状等の最適化	3	7.7	5.8
		メカニカルロスの低減	2	3.0	
		逆流量の低減	－	－	
	モータの高効率化	効率の高いモータの採用	7	2.6	2.6

（3）圧縮機の効率改善余地

メーカアンケート結果から（1）で示した効率改善余地の推定方法にもとづき、平均改善率を整理すると次表のようになる。

すなわち、2013 年度に出荷されたある一つの機器を想定した場合の圧縮機効率の改善余地は、「圧縮機の高効率化（ＣＦＤ解析等による羽形状等の最適化）」の平均効率改善率 3.0 ポイントと推定される。また、圧縮機とモータを合わせた総合効率の改善余地は、これに「モータの高効率化（効率の高いモータの採用）」の平均効率改善率 2.5 ポイントを加えた、5.5 ポイントと推定される。なお、これらの値は一般的に想定された値であり、圧縮機の種類、大きさ、用途などによって異なることに留意しなければならない。また、モータのトップランナー規制に伴い、モータの高効率化の効果は 2015 年 4 月以降、多くの機器で実現されていくと考えられる。

この他、圧縮機では「メカニカルロスの低減」について 1 社の回答があり、「制御方式の工夫」に対しては 2 社平均 13.5 ポイントの改善率が想定されている。

表 4.1.11. 圧縮機の高効率化手法と効率改善率

<table>
<tr><th colspan="3">高効率化手法</th><th rowspan="2">回答数</th><th rowspan="2">【４区分】
平均
効率改善率
（ポイント）</th><th rowspan="2">【２区分】
平均
効率改善率
（ポイント）</th></tr>
<tr><th></th><th>【2 区分】</th><th>【4 区分】</th></tr>
<tr><td rowspan="4">機器全体の高効率化</td><td rowspan="3">圧縮機の高効率化</td><td>ＣＦＤ解析等による羽形状等の最適化</td><td>2</td><td>3.0</td><td rowspan="3">3.0</td></tr>
<tr><td>メカニカルロスの低減</td><td>－</td><td>－</td></tr>
<tr><td>逆流量の低減</td><td>－</td><td>－</td></tr>
<tr><td>モータの高効率化</td><td>効率の高いモータの採用</td><td>5</td><td>2.5</td><td>2.5</td></tr>
</table>

（４）送風機の効率改善余地

メーカアンケート結果から（１）で示した効率改善余地の推定方法にもとづき、平均改善率を整理すると次表のようになる。

すなわち、2013 年度に出荷されたある一つの機器を想定した場合の送風機効率の改善余地は、「送風機の高効率化（ＣＦＤ解析等による羽形状等の最適化）」の平均効率改善率 5.8 ポイントと推定される。また、送風機とモータを合わせた総合効率の改善余地は、これに「モータの高効率化（効率の高いモータの採用）」の平均効率改善率 3.1 ポイントを加えた、8.9 ポイントと推定される。なお、これらの値は一般的に想定された値であり、送風機の種類、大きさ、用途などによって異なることに留意しなければならない。また、モータのトップランナー規制に伴い、モータの高効率化の効果は 2015 年 4 月以降、多くの機器で実現されていくと考えられる。

この他、送風機では「逆流量の低減」について１社の回答があった。

表 4.1.12.送風機の高効率化手法と効率改善率

<table>
<tr><th colspan="3">高効率化手法</th><th rowspan="2">回答数</th><th rowspan="2">【４区分】
平均
効率改善率
（ポイント）</th><th rowspan="2">【２区分】
平均
効率改善率
（ポイント）</th></tr>
<tr><th></th><th>【2 区分】</th><th>【4 区分】</th></tr>
<tr><td rowspan="4">機器全体の高効率化</td><td rowspan="3">送風機の高効率化</td><td>ＣＦＤ解析等による羽形状等の最適化</td><td>7</td><td>5.8</td><td rowspan="3">5.8</td></tr>
<tr><td>メカニカルロスの低減</td><td>－</td><td>－</td></tr>
<tr><td>逆流量の低減</td><td>－</td><td>－</td></tr>
<tr><td>モータの高効率化</td><td>効率の高いモータの採用</td><td>4</td><td>3.1</td><td>3.1</td></tr>
</table>

（５）真空ポンプの効率改善余地

メーカアンケート結果から（１）で示した効率改善余地の推定方法にもとづき、平均改善率を整理すると次表のようになる。

すなわち、2013 年度に出荷されたある一つの機器を想定した場合の真空ポンプ効率の改善余地は、「真空ポンプの高効率化（メカニカルロスの低減)」の平均効率改善率 5.9 ポイントと推定される。また、真空ポンプとモータを合わせた総合効率の改善余地は、これに「モータの高効率化（効率の高いモータの採用)」の平均効率改善率 6.3 ポイントを加えた、12.2 ポイントと推定される。なお、これらの値は一般的に想定された値であり、真空ポンプの種類、大きさ、用途などによって異なることに留意しなければならない。また、モータのトップランナー規制に伴い、モータの高効率化の効果は 2015 年 4 月以降、多くの機器で実現されていくと考えられる。

この他、真空ポンプでは「逆流量の低減」､「制御方式の工夫」､「その他」について 1 社の回答があった。

表 4.1.13.真空ポンプの高効率化手法と効率改善率

高効率化手法			回答数	【４区分】平均効率改善率（ポイント）	【２区分】平均効率改善率（ポイント）
	【2 区分】	【4 区分】			
機器全体の高効率化	真空ポンプの高効率化	ＣＦＤ解析等による羽形状等の最適化	－	－	5.9
		メカニカルロスの低減	4	5.9	
		逆流量の低減		－	
	モータの高効率化	効率の高いモータの採用	6	6.3	6.3

４．２．トップランナー制度との親和性

４．２．１．論点整理

３．２．３．で、ポンプ、圧縮機、送風機、真空ポンプのそれぞれについて、トップランナー制度の対象機器とした場合の製造、流通、使用のそれぞれの場面で生じる課題を整理した。機器ごとに表現は異なっていたが、この中から論点を抽出し、以下のとおりまとめる。

表 4.2.1. トップランナー制度の対象とする場合の論点

	論点
製造	【Ａ．メーカの競争力】 ①数多くのメーカがある。高効率化には設計変更や設備投資も必要。規制に対応できないメーカが出てくる可能性がある。 ②日本独自の規制では海外での競争力が失われる。 【Ｂ．機器種類の多様性】 ③様々な種類、用途がある。一律の規制は難しい。一品ものの受注生産品は規制には向かない。特殊用途ではメンテナンスのしやすさ、信頼性などが重視される。 ④特定の構造を持った種類の機器のみが対応できる効率基準であってはならない。 ⑤機器としては完成域にあり、これ以上の効率改善は難しい。
流通	【Ｃ．高効率機器の価格】 ⑥とにかく今の投資を減らすために安い機器を選ぶという選択がある。 ⑦稼働時間が短い機器の省エネメリットは少なく、通常の投資対象にはなりにくい。 ⑧インバータを採用すると価格は上昇し、２倍程度になるものもある。 ⑨高効率化はマイナーチェンジのレベルであり、それだけでこれまでよりも高く売れるということは無いだろう。 ⑩規制を受けない機器があった場合、その機器と価格競争しなければならず、コストアップ分を価格転嫁できないことが想定される。 ⑪高効率化で機器価格が上昇した場合、組込みメーカはその機器の価格上昇分は転嫁できるかもしれないが、それと共に生じた組込む側の機械の様々な設計変更等に係るコストアップ分の価格転嫁は難しいだろう。 【Ｄ．流通関係者】 ⑫単純な BtoC の取引ではなく、選ぶ人（設備工事事業者等）、使う人（最終ユーザ）、買う人（オーナー）が異なることがあり、高効率機器が選択されにくい状況がある。 ⑬他の装置に組み込まれ、装置の別の部分でより多くの電力を消費する場合、組み込まれる機器の効率はあまり問題視されないことがある。 【Ｅ．更新需要】 ⑭使える限り使い続けるなど、非常に長期間使われる場合があり、修理への対応が求められる。 ⑮更新時にこれまで使っていたものと同じ、古い型式の機器が求められることもある。
使用	【Ｆ．運転状況】 ⑯インバータ制御による省エネ効果は大きい。 ⑰使われ方は多種多様であるため、負荷変動の有無など、運転状況に合わせて適切な製品を提供することが重要。 ⑱ある特定の運転条件で効率が良い機器でも、別の条件での効率は低いという機器もある。機器を効率のピークだけで評価すると、実際の運転時はその効率点で運転されていない場合が多いため、結局省エネにならない、ということもありえる。実際の運転条件で効率の良い機器を選択するのは難しい。規制は実際に日本の省エネに貢献できるものでなければならない。

４．２．２．論点分析

前項で整理した論点Ａ～Ｆについて分析を行う。

（1）「Ａ．メーカの競争力」についての分析

「①数多くのメーカがある。高効率化には設計変更や設備投資も必要。規制に対応できないメーカが出てくる可能性がある。」

トップランナー基準値は、現在市場にある機器の最高効率値に目標年度に向けた技術開発分が加えられて決定される。技術的に達成可能な範囲で設定されるが、既に高効率機器を製造しており基準値を比較的達成しやすいメーカもあれば、大幅な効率改善が求められるメーカもあることが想定される。目標年度は製品開発期間、将来技術進展の見通し等を勘案した上で３～１０年を目途に機器ごとに定めることとなっている。

メーカごとに現在の保有する製品の種類や規模、現状の機器効率が異なること、あるいは当該機器に他の規制等があればそれらも考慮した上で、メーカが機器の効率改善に取組みやすい環境を整備することが求められる。例えば機器の多様性から、対象範囲は最も効果が出やすい区分から徐々に広げていくことや、目標年度は製品開発サイクル相当程度の期間を想定して設定すること、設備投資を支援する施策なども併せて実施すること、などが期待される。また、目標年度以降の基準の見直しに際しても、製品開発サイクルを考慮し、高効率機器製造のための投資を回収可能な期間を確保することが必要である。なお、メーカアンケートにもとづく製品開発サイクルを参考として次表に示す。

表 4.2.2.製品開発サイクル（メーカアンケートより）

機器	平均製品開発サイクル（年）	最長製品開発サイクル（年）	最短製品開発サイクル（年）
ポンプ	13.0	20.0	1.0
圧縮機	9.0	15.0	3.0
送風機	14.5	25.0	5.0
真空ポンプ	10.6	20.0	2.0
全体	12.0		

「②日本独自の規制では海外での競争力が失われる。」

ヨーロッパ、北米、東アジアなどでポンプ、圧縮機、送風機の効率規制が先行している。今後日本において規制を行う場合には、日本のみの特殊な規制とならないように各国・地域の効率規制動向を見据えて実施することが必要である。なお特に測定方法についてはトップランナー原則[90]において「内外の規格に考慮し、規格が存在する場合には、可能な限りこれらとの整合性が確保されたものとすることが適当」とされているため、ポンプ、圧縮機、送風機、真空ポンプの試験方法には ISO や JIS 規格を採用することが適切である。

また、規制を達成した高効率機器が、東南アジアなどの新興国市場においても日本メーカの強みとなるように、高効率機器が選択される市場の構築を支援する施策の実施が期待される。

[90] トップランナー原則を巻末資料に示す。

（２）「Ｂ．機器種類の多様性」についての分析

「③様々な種類、用途がある。一律の規制は難しい。一品ものの受注生産品は規制には向かない。特殊用途ではメンテナンスのしやすさ、信頼性などが重視される。」

対象範囲の考え方はトップランナー原則に示されており「原則１：対象範囲は、一般的な構造、用途、使用形態を勘案して定めるものとし、『特殊な用途に使用される機種』『技術的な測定方法、評価方法が確立してない機種であり、目標基準を定めること自体が困難である機種』『市場での使用割合が極度に小さい機種』等は対象範囲から除外する。」とされている。今回の調査は日本標準商品分類にもとづき機器の種類を整理したが、機器の大きさや構造、用途、求められる性能など、別の視点を加えて種類を整理し、規制対象範囲を定める必要がある。これらの検討時にはＥＵなどの規制状況も参考となると考えられる。なお、「特殊な用途に使用される機種」は適用除外であるが、単に受注生産品であるからという理由で除外することは想定されていない。容量が非常に大きな機器などについては「市場での使用割合が極度に小さい機種」として除外される可能性がある。

「④特定の構造を持った種類の機器のみが対応できる効率基準であってはならない。」

目標基準値について定められた原則３の中で「目標基準値は、同一のエネルギー消費効率を目指すことが可能かつ適切な基本指標の区分ごとに」定めることとされている。区分を設定する際には、対象範囲を決定する場合と同様に特定の構造を持った種類のみが市場に残るような区分設定とならないように、機器の大きさや構造、用途、求められる性能などの視点から区分を適切に設定することが求められる。

「⑤機器としては完成域にあり、これ以上の効率改善は難しい。」

本調査で整理した日本標準商品分類とモータ定格出力にもとづく区分においては、同一区分内の機器でも効率に差があり、またメーカアンケートにもとづく効率改善手法とその効果では、次表のとおり、機器で 3.0～5.9 ポイント、機器とモータを合わせて 5.5～12.2 ポイントの効率改善の可能性があることが示された。今後これらの結果を参考にしつつ、より適切で現実的な区分を設定した上で、区分内での機器効率の差や将来の技術進展の見通し等を確認することが必要である。

表 4.2.3.機器、及びモータの平均効率改善率

機器	機器の平均効率改善率（ポイント）	モータの平均効率改善率（ポイント）	機器とモータを合わせた総合効率の平均効率改善率（ポイント）
ポンプ	5.8	2.6	8.4
圧縮機	3.0	2.5	5.5
送風機	5.8	3.1	8.9
真空ポンプ	5.9	6.3	12.2

（3）「C．高効率機器の価格」についての分析

「⑥とにかく今の投資を減らすために安い機器を選ぶという選択がある。」
「⑦稼働時間が短い機器の省エネメリットは少なく、通常の投資対象にはなりにくい。」
「⑧インバータを採用すると価格は上昇し、2倍程度になるものもある。」

省エネ効果によりランニングコストが低減されることが分かっていたとしても、初期投資額が重視され、高効率機器が採用されにくいという状況がある。このような状況は、外的要因に変化が無ければ継続することが予想される。一方で当該機器がトップランナー制度の対象となった場合、規制により高効率機器が強制的に普及することになり、大量生産の効果により、将来的には機器価格（初期投資額）も低下していくことが想定される。よって高効率機器が選択されにくい状況がある場合にこそ、トップランナー規制の効果が期待できるという考え方もできる。

一方で、効率規制のみが高効率機器を普及させるための施策ではなく、高効率機器の価格上昇分に対する補助金などの支援策も一つの手法である。トップランナー基準を満たした機器を補助対象とするなどの支援策も実際これまでに実施されており、省エネ機器を普及させるための効果的な手法と考えられる。

「⑨高効率化はマイナーチェンジのレベルであり、それだけでこれまでよりも高く売れるということは無いだろう。」
「⑩規制を受けない機器があった場合、その機器と価格競争しなければならず、コストアップ分を価格転嫁できないことが想定される。」
「⑪高効率化で機器価格が上昇した場合、組込みメーカはその機器の価格上昇分は転嫁できるかもしれないが、それと共に生じた組込む側の機械の様々な設計変更等に係るコストアップ分の価格転嫁は難しいだろう。」

高効率化に伴うコスト上昇と価格への反映についての課題である。これまでトップランナー制度の対象になっていない状況であっても、各社は客先の要望や他社との差別化を図る中で機器の高効率化に取り組んでいる。どのような変更までをマイナーチェンジとして定価に反映させないのか、どこから新製品として新しい定価を設定するのか、それは各社の経営判断によるものと考えられる。（なお、今般の産業用モータの規制では、各社定価に反映したいと考えていることがメーカへのヒアリングから伺えた。メーカアンケートの結果（3．2．1．参照）から、モータ変更による製造コストへの影響は次表のとおり十数%～30%弱である。）

表 4.2.4.高効率化手法とコスト上昇率（３．２．１．参照）

高効率化手法	ポンプ全体の平均コスト増加率(%)	圧縮機全体の平均コスト増加率(%)	送風機全体の平均コスト増加率(%)	真空ポンプ全体の平均コスト増加率(%)
ＣＦＤ解析等による羽形状等の最適化	3.6	5.0	4.8	―
メカニカルロスの低減	4.3	0.0	40.0	12.0
逆流量の低減	0.5	―	0.0	10.0
効率の高いモータの採用	27.9	14.0	13.8	14.3
制御方法の工夫	11.0	13.3	―	5.0
仕様の最適化	0.0	―	―	―

「－」はメーカアンケートにおいて、該当する回答が無かったことを示す。

各社同じ条件で競争をしている場合において、仕入コスト、製造コストを販売価格に付加する／しないという問題は、規制に係る問題ではなく、経営戦略に係る問題である考えられる。一方、規制そのものが企業活動に影響を与えてしまうのは、規制によって各社の競争条件に差が生じてしまう場合である。例えば、国内で製造すると効率規制を受け、海外で製造して輸入すると効率規制を受けないというような状況では、競争条件が各社の状況によって異なることになり、規制が企業の経営に影響を及ぼす可能性がある。よって、規制を行う際には、競争条件に差異が生じないように配慮する必要がある。

（4）「Ｄ．流通関係者」についての分析

「⑫単純な BtoC の取引ではなく、選ぶ人（設備工事事業者等)、使う人（最終ユーザ)、買う人（オーナー）が異なることがあり、高効率機器が選択されにくい状況がある。」

「⑬他の装置に組み込まれ、装置の別の部分でより多くの電力を消費する場合、組み込まれる機器の効率はあまり問題視されないことがある。」

ポンプ、圧縮機、送風機、真空ポンプは、工場組立後、最終ユーザの手に渡るまでの間に様々な関係者がいることから、メーカが高効率機器を販売したいと思っても、さらに場合によっては最終ユーザが高効率機器を使用したいと思っても、その間の関係者によって初期投資額が低い機器が選択されてしまう可能性がある。トップランナー対象機器となった場合、製造事業者に対しては規制を守るために高効率機器を製造して販売する動機づけが強く行われることになるが、最終ユーザに加え、機器選択の決定権を持つ流通関係者に対して積極的に高効率機器を選択してもらうための施策を打つことが必要である。

またポンプ、圧縮機、送風機、真空ポンプがトップランナー制度の対象機器に追加された場合においては、それらが組み込まれる機器の扱いも重要と考えられる。トップランナー制度の仕組みとして、ある機器がトップランナー制度の対象となった場合、その機器が組み込まれた機器まで同時にまとめて規制範囲とすることは考えにくい。よって、セットメーカに高効率な機器を選択してもらうための積極的な働きかけが必要となる。

（５）「Ｅ．更新需要」についての分析

「⑭使える限り使い続けるなど、非常に長期間使われる場合があり、修理への対応が求められる。」
「⑮更新時にこれまで使っていたものと同じ、古い型式の機器が求められることもある。」

メーカは部品交換や更新に対応するために、古い型式の機器も提供できるように準備しているが、このような古い機器は効率が低い場合がある。トップランナー制度では、規制対象の各区分の中で、加重平均で基準値を満たせば良く、効率の低い機器が全て販売できなくなる訳ではない。しかしヒアリングによれば６割が取り替え需要と想定されており、メーカがどこまで古い機器を販売するか、判断するのは難しいと考えられる。極端な場合、効率の悪い古い機器を販売しないメーカが出てくることも考えられ、この場合はトップランナー対象機器が他の装置に組み込まれていると、その部品であるところの機器が提供されないということも想定される。また一方で、ユーザが高効率部品の採用を検討したとしても、高効率部品が現有設備で利用できない場合には、新しい設備に一新するか、古くて効率の悪い部品を使うか、どちらかを選択せざるを得ないという状況もありうる。いずれにしても、組み込まれている部品がトップランナー対象機器となることによって、ユーザが使い続けたいと考える装置全体の交換を余儀なくされるような状況を招かないように留意する必要がある。なお、機器の効率が変更になっても、大きさや取り合い点などが過去の機器と同じであれば、更新に係る問題は少なくなると考えられる。よって、トップランナー規制を行う場合には、機器の大きさなどについては過去の機器との互換性を保ちつつ達成できるような基準を設定することが理想的である。

なお、ユーザにおいては、あらゆる機器が一度にトップランナー対象機器となり、更新時に新しい機器しか選択できないというような状況は、投資金額が増加する可能性が高いことや、設備の信頼性確保の観点から受け入れることは難しい。ユーザへの周知のための十分な期間を持つことや、高効率機器導入のための支援などが必要と考えられる。ユーザにとって、トップランナー規制による変化を受け入れやすい期間や、対象範囲を想定するためには別途検討が必要である。

（６）「Ｆ．運転状況」についての分析

「⑯インバータ制御による省エネ効果は大きい。」

「⑰使われ方は多種多様であるため、負荷変動の有無など、運転状況に合わせて適切な製品を提供することが重要。」

「⑱ある特定の運転条件で効率が良い機器でも、別の条件での効率は低いという機器もある。機器を効率のピークだけで評価すると、実際の運転時はその効率点で運転されていない場合が多いため、省エネにならない、ということもありえる。実際の運転条件で効率の良い機器を選択するのは難しい。規制は実際に日本の省エネに貢献できるものでなければならない。」

機器が使用される現場では、定格能力で常に運転されることは少なく、負荷が小さかったり、変動したりすることに対応させて運転していることが多い。よって、モータの回転数を変えて流量を調整できるインバータ制御機能を持つ機器の普及が、大きな省エネ効果をもたらすと期待されている。よって、実使用時の省エネに寄与し、ひいては日本全体の省エネが実際に進むような適切な基準を作ることを考えると、インバータ制御機の省エネ効果が評価される基準となることが求められる。

一つの方法として、機器の効率について基準を設ける場合に、最も効率が良い時の運転条件など、ある特定の条件のみではなく、そこから外れた、例えば今回の調査で明らかとなった使用時の平均負荷率 0.7 程度における効率などについても考慮した基準とするという方法が考えられる。あるいはインバータ制御機を評価するために、ある特定の負荷変動を想定して基準を導入することも想定されるが、負荷変動は使われ方によって様々であることに留意しつつ、機器の測定方法等を新たに作成し、ＪＩＳ化するなどの対応が必要となる。

なお、負荷が変動しない場合には、運転条件に適合する機器を選択すればインバータ制御機を導入する必要性は低く、インバータ制御機が一定速機よりも一般的に高価であることから、適切な一定速機を選択するというユーザの要求があることに留意が必要である。このように、使われ方が多種多様であることを考慮すると、現場での使われ方を診断して、適切な運用と適切な機器の選択を提案する「省エネ診断」の実施も省エネに効果的と考えられる。

５．考察

本章では、調査結果、及び分析をもとに、ポンプ、圧縮機、送風機、真空ポンプ（以下、「ポンプ等」とする。）をトップランナー制度に追加する要件、及びその合理性について考察する。

なお、トップランナー制度への追加の検討にあっては、課題を解決するための詳細な調査が別途必要である。

５．１．トップランナー制度に追加する要件について

ポンプ等をトップランナー制度に追加する要件について考察する。追加の可否を議論するにあたっては、一定の基準を設定する必要がある。そこで、ここでの必要条件の判断基準として、トップランナー制度の３要件を用いることとする。

ポンプ等の国内ストック数、エネルギー使用量、平均効率改善率は「４．１.」の推計により、次表のとおりとなった。

表 5.1.1. 国内ストック数、エネルギー使用量、効率改善余地

	国内ストック数（百万台）	エネルギー使用量（億 kWh/年）	平均効率改善率（ポイント）機器効率／モータ効率
ポンプ	19.9	3,122	5.8 / 2.6
圧縮機	1.4	454	3.0 / 2.5
送風機	11.4	976	5.8 / 3.1
真空ポンプ	1.4	60	5.9 / 6.3

※上記数値の推定に際しては、いくつかの条件が設定されている。詳細は「４．１.」を参照のこと。

トップランナー制度の対象となる機器が満たすべき３要件は、

・我が国において大量に使用される機械器具であること

・その使用に際し相当量のエネルギーを消費する機械器具であること

・その機械器具に係るエネルギー消費効率の向上を図ることが特に必要なものであること

である。よって、いくつかの条件が設定されているという前提があるが、それぞれの機器はトップランナー制度の対象機器としての３要件を満たすことが想定される。本調査結果よりポンプ等をトップランナー制度に追加することが可能であると考えることもできる。

５．２．トップランナー制度に追加する合理性ついて

本節では、これまで得られたトップランナー制度への追加を想定した場合の課題とその課題への対応策を整理し、トップランナー制度に追加する合理性を考察することとする。

ポンプ等は、これまでに多くの機器がトップランナー制度の対象となっている家電製品とは異なり、特に次のような特徴を持っていることが明らかとなった。

・多種多様な構造、用途、求められる性能を持つ機器であること。
・プラントメーカ、セットメーカなどへの販売、すなわち企業間取引（BtoB）の様々な状況がみられる機器であるということ。
・他の機器の部品となることがある機器であるということ。
・最終ユーザにおいて、買換えではなく修理して使用されることがある機器であるということ。

これらの特徴を含め、ポンプ等をトップランナー制度の対象とする場合の論点Ａ～Ｆが「４．２．１.」で整理され、「４．２．２.」においてこの論点Ａ～Ｆに対する分析が行われた。この分析において、トップランナー制度の「対象とする範囲」、「目標年度」、目標設定のための「区分」と「目標基準値」、「測定方法」などを設定する際に注意すべき点などが明示された。

そこで本節では、トップランナー制度に追加する合理性をより明確に考察するために、「４．２．２.」の分析結果を、トップランナー制度で設定する項目などを用いて再整理を行った。その結果を次表に示す。

表 5.2.1.トップランナー制度で設定する項目等とそれに対して検討すべき事項

【対象とする範囲】 ①大きさや構造、用途、求められる性能などの視点で機器の種類を整理し、対象範囲を定める。 ②対象範囲は最も効果が出やすい区分から徐々に広げていく。
【目標年度】 ③目標年度は製品開発サイクル相当程度の期間を想定して設定する。 ④ユーザへの周知のための十分な期間を持つ。 ⑤目標年度以降の基準の見直しに際しても、製品開発サイクルを考慮し、高効率機器製造のための投資を回収可能な期間を確保する。
【区分】 ⑥特定の構造を持った種類のみが市場に残るようなことが無いように、機器の大きさや構造、用途、求められる性能などの視点から区分を適切に設定する。
【目標基準値】 ⑦機器の大きさなどについては過去の機器との互換性を保ちつつ達成できるような基準を設定する。 ⑧インバータ制御機の省エネ効果が評価される基準とする。
【測定方法】 ⑨測定方法については可能な限り ISO や JIS 規格を採用する。
【トップランナー制度全般】 ⑩日本のみの特殊な規制とならないように各国・地域の効率規制動向を見据えて実施する。 ⑪規制を行う際には、競争条件に差異が生じないようにする。 ⑫ユーザが規制による変化を受け入れやすい期間、対象機器の種類などの範囲で実施する。
【トップランナー制度以外の支援策など】 ⑬メーカの設備投資を支援する施策なども併せて実施する。 ⑭高効率機器の製造が、東南アジアなどの新興国市場においても日本メーカの強みとなるように、高効率機器が選択される市場の構築を支援する。 ⑮トップランナー基準を満たした機器を補助対象とするなどの支援を行う。 ⑯ユーザが高効率機器を導入するための支援などを行う。 ⑰最終ユーザのみならず、機器選択の決定権を持つ関係者が積極的に高効率機器を選択する状況を実現する。 ⑱セットメーカが高効率な機器を選択する状況を実現する。 ⑲現場での使われ方を診断して、適切な運用と機器選択を提案する省エネ診断を実施する。

上記でまとめられた事項に対して適切な対応が行われる場合においては、ポンプ等をトップランナー制度の対象機器へ追加することが可能であると考えることもできる。

なお、この際、特に問題となることが想定される事項についてここでまとめておく。

⑨の測定方法のうち、真空ポンプについては、効率の指標が定まっておらず、JIS で定められている測定方法は、体積流量と到達圧力を測定するための方法である。また、ISO は 2012 年に新しい規格が発行しているがここでも効率は定められていない。よって真空ポンプについては、何を効率の指標とするか、また、その効率の指標をどのように測定するのか、ということを検討する必要がある。

⑪の競争条件に係る問題は、トップランナー制度の仕組みに係る問題である。ポンプ等の企業間取引（BtoB）が多くみられる機器は、トップランナー制度の規制対象となる製造事業者、輸入事業者の判断が難しいことが課題である。今回の調査でもポンプ等は最終製品であるとともに部品として他の機器の一部となる機器であることが示されている。よって、モータほどではないと想定されるものの、モータと同様に、ポンプ等が他の機器の部品となって組込み機器として輸入される場合や、社内でポンプ等が部品として製造され組込み機器として販売される際の取り扱いの問題などが生じる可能性がある。その結果、規制対象となるかならないかにより、各社の競争条件に影響を与える可能性がある。

⑰⑱はトップランナー基準の達成が加重平均で判断されることに係る問題である。トップランナー制度では、基準達成の評価は区分ごとに出荷された機器とその効率の加重平均で行われるため、メーカは効率の悪い機器も出荷することが可能である。一方、加重平均で目標基準値を満たすためにメーカは効率の良い機器を出荷しなければならないが、価格競争が激しい企業間取引においては、多くの購入者が初期投資を抑えるために安価で効率の悪い機器を求める傾向が強くなると想定される。つまり、購入者の要望に応えていると基準達成が困難となるため、目標基準値を満たさない機器を一切販売しないというメーカが現れ、古い型式の機器は販売されなくなってしまう可能性がある。この状況においては、⑦で示された過去製品との互換性が強く求められることとなる。

６．まとめと今後の課題

平成２５年１１月に産業用モータがトップランナー制度の対象機器に追加され、平成２７年４月から目標年度を迎える。こうした中、本調査では、モータが組み込まれた産業・業務用のポンプ、圧縮機、送風機、真空ポンプについて、トップランナー制度の効果的な運用についての検討を行うためのデータを収集するとともに、産業・業務用ポンプ、圧縮機、送風機、真空ポンプをトップランナー制度に追加する要件、及びその合理性について整理することを目的として調査を行った。

ポンプ、圧縮機、送風機、真空ポンプの実態として、トップランナー制度の３要件に関連する国内ストック数、エネルギー使用量、効率改善余地を推計した。この推計にはいくつかの条件が設定されているという前提があるが、ポンプ、圧縮機、送風機、真空ポンプをトップランナー制度に追加可能と考えることができるとの示唆が得られた。

また、トップランナー制度の対象とする場合に生じる課題は、製造、流通、使用の各段階において様々存在することが明らかとなった。これらの課題が生じる主な要因として、ポンプ、圧縮機、送風機、真空ポンプの特徴である

・多種多様な構造、用途、求められる性能を持つ機器であること
・企業間取引（BtoB）が活発に行われる機器であること
・他の機器の部品となる場合があること
・最終ユーザが修理して長く使用する場合があること

などが挙げられた。

今後さらに議論を進めるためには、トップランナー制度の対象範囲、目標年度、区分、目標基準値、測定方法、表示事項などを想定した検討が必要である。

以下に今後検討すべき事項を整理する。

【対象とする範囲】
・大きさや構造、用途、求められる性能などの視点で機器の種類を整理し、対象範囲を定める。
・対象範囲は最も効果が出やすい区分から徐々に広げていく。

【目標年度】
・目標年度は製品開発サイクル相当程度の期間を想定して設定する。
・ユーザへの周知のための十分な期間を持つ。
・目標年度以降の基準の見直しに際しても、製品開発サイクルを考慮し、高効率機器製造のための投資を回収可能な期間を確保する。

【区分】

・特定の構造を持った種類のみが市場に残るようなことが無いように、機器の大きさや構造、用途、求められる性能などの視点から区分を適切に設定する。

【目標基準値】

・機器の大きさなどについては過去の機器との互換性を保ちつつ達成できるような基準を設定する。
・インバータ制御機の省エネ効果が評価される基準とする。

【測定方法】

・測定方法については可能な限り ISO や JIS 規格を採用する。

【トップランナー制度全般】

・日本のみの特殊な規制とならないように各国・地域の効率規制動向を見据えて実施する。
・規制を行う際には、競争条件に差異が生じないようにする。
・ユーザが規制による変化を受け入れやすい期間、対象機器の種類などの範囲で実施する。

【トップランナー制度以外の支援策など】

・メーカの設備投資を支援する施策なども併せて実施する。
・高効率機器の製造が、東南アジアなどの新興国市場においても日本メーカの強みとなるように、高効率機器が選択される市場の構築を支援する。
・トップランナー基準を満たした機器を補助対象とするなどの支援を行う。
・ユーザが高効率機器を導入するための支援などを行う。
・最終ユーザのみならず、機器選択の決定権を持つ関係者が積極的に高効率機器を選択する状況を実現する。
・セットメーカが高効率な機器を選択する状況を実現する。
・現場での使われ方を診断して、適切な運用と機器選択を提案する省エネ診断を実施する。

資料編

資料１．高効率機器導入による省エネルギー効果の試算

本資料では、今回の調査で利用した「日本標準商品分類」と「モータ定格出力区分」を利用して、ポンプ、圧縮機、送風機、真空ポンプの効率改善による省エネルギー効果の一部を試算する。

なお、省エネルギー効果を正確に試算するためには、構造、及びモータ定格出力で区分するだけでは十分でなく、用途や求められる性能などを考慮して、より精緻な区分を設定する必要がある。(例えばポンプにおいては、ポンプの構造、モータ定格出力に加えて、「形式数[91]」による区分が必要となると考えられる。)すなわち、本試算は限られた情報の中で行われる推計であり、実際にトップランナー制度の対象とする場合などにおいては、より精緻な検討による対象範囲の決定、区分の決定、基準値の決定が必要であることに留意しなければならない。

本調査において省エネルギー効果を試算するための方法は次のとおりとする。

・ポンプ、圧縮機、送風機、真空ポンプの日本標準商品分類の最も細かい区分の中から、メーカアンケートで最も回答数が多かった区分など、一つの区分を選定する(次表参照)。

表 資料 1.1. 省エネルギー効果を試算するにあたって選択する区分

	日本標準商品分類番号	選択する区分
ポンプ	311121	立軸形／単段式うず巻ポンプ
圧縮機	312224	立形圧縮機
送風機	314121	多翼ファン
真空ポンプ	(本調査用に追加)	ドライポンプ

・選定した日本標準商品分類の区分で、モータ定格出力区分ごとの効率を整理し、最高効率と平均効率の差から改善率を算出する。ただし、モータ定格出力区分内の有効回答数が 10 未満の場合は、算出結果に偏りがあると考えられるため、参考値とし、全体の概要を知るために用いる。

・「４．１．２．」で推計したエネルギー使用量のうち、選定した日本標準商品分類の区分の機器が使用していると想定されるエネルギー使用量を、モータ定格出力区分ごとの台数案分で算定する。

・モータ定格出力区分ごとのエネルギー使用量に、改善率を掛けて省エネルギー効果を推計する。

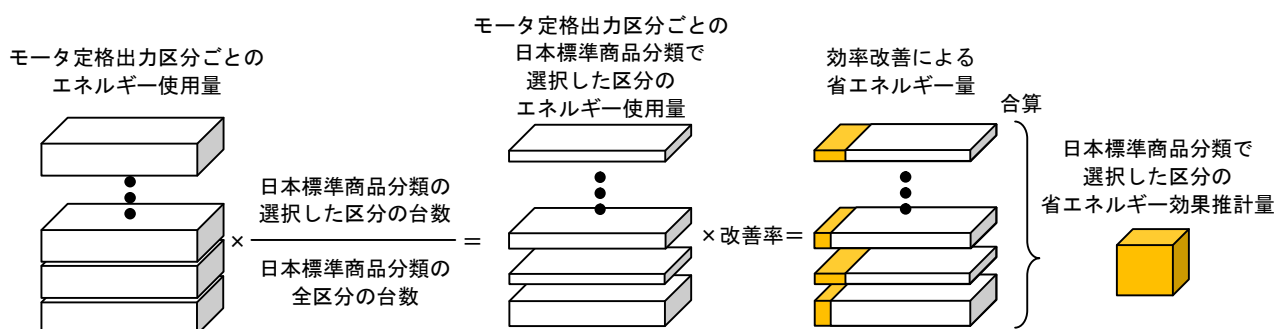



図 資料 1.1. 高効率機器導入による省エネルギー効果の試算方法

[91] 形式数 K は $K = 2\pi nQ^{1/2} / (gH)^{3/4}$ で表される無次元量である。ここで、n : 回転速度(s^{-1})、Q : 吐出し量(m^3s^{-1})、H : 全揚程(m)、g : 重力加速度(ms^{-2})を示す。

以下、この方法を用いて、ポンプ、圧縮機、送風機、真空ポンプについて高効率機器導入による省エネルギー効果を試算する。

【ポンプ】

メーカアンケートで「その他の水中モータポンプ」に次いで回答数が多かった「立軸形／単段式うず巻ポンプ」を選定し、この区分の平均効率と最高効率をモータ定格出力区分ごとに整理し、改善率を計算すると次表のようになる。なお、有効回答数 10 未満の区分の改善率は参考値とする。効率や改善率のばらつきは、構造とモータ定格出力区分以外の要因が影響している可能性があり、今後の詳細な検討が必要である。

なお、ここで示す「効率」はモータを含まないポンプ（機械部分）の効率である。

表 資料 1.2.立軸形／単段式うず巻ポンプの改善率

モータ定格 出力区分(kW)	有効 回答台数	平均効率 (%)	最低効率 (%)	最高効率 (%)	標準偏差 (%)	改善率 (最高効率-平均効率) /最高効率
全体	92,156	56.85	16.00	87.50	6.49	
～0.2 以下	23,733	50.00	50.00	50.00	0.00	0.00
0.2 超～0.4 以下	39,213	55.54	53.00	60.00	2.51	0.07
0.4 超～0.6 以下	10	56.00	56.00	56.00	0.00	0.00
0.6 超～0.75 以下	2,159	58.00	58.00	58.00	0.00	0.00
0.75 超～1.1 以下	90	60.00	60.00	60.00	0.00	0.00
1.1 超～1.5 以下						
1.5 超～2.2 以下	18,713	61.66	61.50	63.00	0.46	0.02
2.2 超～3.0 以下						
3.0 超～4.0 以下	774	63.18	47.10	65.00	5.39	0.03
4.0 超～5.5 以下	184	66.00	66.00	66.00	0.00	0.00
5.5 超～7.5 以下	6,453	73.37	66.00	73.50	0.98	0.00
7.5 超～11.0 以下	474	58.12	16.00	58.30	2.74	0.00
11 超～15 以下	3	62.83	49.00	72.50	10.04	0.13
15 超～18.5 以下	24	68.00	68.00	68.00	0.00	0.00
18.5 超～22 以下	4	68.00	68.00	68.00	0.00	0.00
22 超～30 以下	17	67.38	63.00	72.50	2.29	0.07
30 超～37 以下	2	76.25	70.00	82.50	6.25	0.08
37 超～45 以下	2	71.00	71.00	71.00	0.00	0.00
45 超～55 以下	272	80.56	76.00	82.50	0.49	0.02
55 超～75 以下	2	70.00	70.00	70.00	0.00	0.00
75 超～90 以下	3	79.67	74.00	82.50	4.01	0.03
90 超～110 以下	5	78.50	77.50	82.50	2.00	0.05
110 超～132 以下						
132 超～160 以下	1	87.50	87.50	87.50	0.00	0.00
160 超～200 以下	10	81.02	80.00	82.50	1.21	0.02
200 超～375 以下	6	83.92	80.00	87.50	3.60	0.04
375 超～500 以下	2	87.50	87.50	87.50	0.00	0.00
500 超～1000 以下						
1000 超～2000 以下						
2000 超～5000 以下						

空欄はメーカアンケートでその区分に出荷台数の回答がなかったことを示す。

４．１．２．で推計されたポンプのモータ定格出力区分ごとの年間消費電力量に対して、台数案分により立軸形／単段式うず巻ポンプによる年間消費電力量を推計し、これに前表で算定した改善率を掛けて、高効率機器導入による省エネルギー効果を試算する。

この結果、本調査で得られた情報にもとづいて推計される立軸形／単段式うず巻ポンプにおける高効率機器導入による省エネルギー効果は3.2億kWh/年となる。

なお、本章の冒頭に述べたように、省エネルギー効果を正確に試算するためには、構造、及びモータ定格出力で区分するだけでは十分ではなく、本試算は限られた情報の中で行われる推計であり、実際にトップランナー制度の対象とする場合などにおいては、より精緻な検討による対象範囲の決定、区分の決定、基準値の決定が必要であることに留意しなければならない。

表 資料1.3.立軸形/単段式うず巻ポンプ高効率機器導入による省エネルギー効果試算

モータ定格出力区分（kW）	推計年間消費電力量（億kWh/年）	ポンプ全区分出荷台数（台）	立軸形/単段式うず巻ポンプ出荷台数（台）	立軸形/単段式うず巻ポンプ推計年間消費電力量（億kWh/年）	改善率	高効率機器導入による省エネ効果（億kWh/年）
全区分合計	3,122.3	518,767	92,156	157.43		3.23
～0.2以下	11.6	69,814	23,733	3.95	0.00	0.00
0.2超～0.4以下	40.4	84,289	39,213	18.80	0.07	1.40
0.4超～0.6以下	0.8	2,348	10	0.00	0.00	0.00
0.6超～0.75以下	92.9	126,743	2,159	1.58	0.00	0.00
0.75超～1.1以下	3.3	2,680	90	0.11	0.00	0.00
1.1超～1.5以下	28.8	18,035				
1.5超～2.2以下	150.9	74,574	18,713	37.88	0.02	0.81
2.2超～3.0以下	14.7	4,788				
3.0超～4.0以下	159.3	43,259	774	2.85	0.03	0.08
4.0超～5.5以下	18.7	3,175	184	1.09	0.00	0.00
5.5超～7.5以下	270.5	34,740	6,453	50.24	0.00	0.09
7.5超～11.0以下	93.6	7,747	474	5.72	0.00	0.02
11超～15以下	76.9	4,822	3	0.05	0.13	0.01
15超～18.5以下	9.9	422	24	0.57	0.00	0.00
18.5超～22以下	919.9	31,725	4	0.12	0.00	0.00
22超～30以下	31.1	714	17	0.74	0.07	0.05
30超～37以下	117.7	2,223	2	0.11	0.08	0.01
37超～45以下	42.2	639	2	0.13	0.00	0.00
45超～55以下	70.1	786	272	24.26	0.02	0.57
55超～75以下	481.9	4,720	2	0.20	0.00	0.00
75超～90以下	5.1	41	3	0.37	0.03	0.01
90超～110以下	13.4	78	5	0.86	0.05	0.04
110超～132以下	20.1	95				
132超～160以下	8.5	35	1	0.24	0.00	0.00
160超～200以下	12.6	40	10	3.16	0.02	0.06
200超～375以下	34.8	89	6	2.34	0.04	0.10
375超～500以下	19.5	19	2	2.05	0.00	0.00
500超～1000以下	17.7	17				
1000超～2000以下	35.6	16				
2000超～5000以下	319.7	91				

空欄は有効回答数が0のため、その区分の改善率を計算に利用していないことを示す。

【圧縮機】

メーカアンケートで最も回答数が多かった「立形圧縮機」を選定し、この区分の平均効率と最高効率をモータ定格出力区分ごとに整理し、改善率を計算すると次表のようになる。ポンプの効率が水動力／軸動力(%)であったのに対して、圧縮機の効率は比エネルギー（kW/(m³/h)）で示されているため、改善率の計算方法がポンプとは異なる。なお、有効回答数 10 未満の区分の改善率は参考値とする。効率や改善率ばらつきは、構造とモータ定格出力区分以外の要因が影響している可能性があり、今後の詳細な検討が必要である。

なお、ここで示す「効率」はモータを含まない圧縮機（機械部分）の効率である。

表 資料 1.4.立形圧縮機の改善率

モータ定格 出力区分(kW)	有効 回答台数	平均効率 (kW/(m³/h))	最高効率 (kW/(m³/h))	最低効率 (kW/(m³/h))	標準偏差 (kW/(m³/h))	改善率 (平均効率-最高効率) /平均効率
全体	13,981	0.16	0.06	0.46	0.03	
～0.2 以下	465	0.21	0.21	0.21	0.00	0.00
0.2 超～0.4 以下	986	0.17	0.17	0.17	0.00	0.00
0.4 超～0.6 以下						
0.6 超～0.75 以下	2,323	0.14	0.13	0.36	0.02	0.07
0.75 超～1.1 以下						
1.1 超～1.5 以下	2,126	0.16	0.15	0.33	0.02	0.06
1.5 超～2.2 以下	2,240	0.15	0.14	0.27	0.01	0.07
2.2 超～3.0 以下						
3.0 超～4.0 以下	2,475	0.15	0.14	0.31	0.01	0.07
4.0 超～5.5 以下	1,167	0.15	0.15	0.28	0.02	0.00
5.5 超～7.5 以下	1,225	0.15	0.11	0.38	0.01	0.27
7.5 超～11.0 以下	494	0.14	0.08	0.15	0.01	0.43
11 超～15 以下	78	0.16	0.09	0.34	0.05	0.44
15 超～18.5 以下	5	0.28	0.23	0.46	0.09	0.18
18.5 超～22 以下	37	0.22	0.08	0.32	0.05	0.64
22 超～30 以下	127	0.24	0.17	0.25	0.03	0.29
30 超～37 以下	102	0.24	0.06	0.29	0.02	0.75
37 超～45 以下	32	0.22	0.17	0.25	0.02	0.23
45 超～55 以下	37	0.26	0.20	0.46	0.04	0.23
55 超～75 以下	42	0.26	0.08	0.37	0.05	0.69
75 超～90 以下	12	0.21	0.18	0.24	0.02	0.14
90 超～110 以下	5	0.22	0.20	0.23	0.01	0.09
110 超～132 以下	1	0.21	0.21	0.21	0.00	0.00
132 超～160 以下						
160 超～200 以下	2	0.19	0.19	0.19	0.00	0.00
200 超～375 以下						
375 超～500 以下						

空欄はメーカアンケートでその区分に出荷台数の回答がなかったことを示す。

４．１．２．で推計された圧縮機のモータ定格出力区分ごとの年間消費電力量に対して、台数案分により立形圧縮機による年間消費電力量を推計し、これに前表で算定した改善率を掛けて、高効率機器導入による省エネルギー効果を試算する。
この結果、本調査で得られた情報にもとづいて推計される立形圧縮機における高効率機器導入による省エネルギー効果は 13.0 億 kWh/年となる。

なお、本章の冒頭に述べたように、省エネルギー効果を正確に試算するためには、構造、及びモータ定格出力で区分するだけでは十分ではなく、本試算は限られた情報の中で行われる推計であり、実際にトップランナー制度の対象とする場合などにおいては、より精緻な検討による対象範囲の決定、区分の決定、基準値の決定が必要であることに留意しなければならない。

表 資料 1.5.立形圧縮機高効率機器導入による省エネルギー効果試算

モータ定格出力 区分（kW）	推計年間 消費電力量 (億 kWh/年)	圧縮機 全区分 出荷台数 (台)	立形圧縮機 出荷台数(台)	立形圧縮機 推計年間 消費電力量 (億 kWh/年)	改善率	高効率機器 導入による 省エネ効果 (億 kWh/年)
全区分合計	454.3	46,701	13,981	49.54		13.04
～0.2 以下	2.0	5,883	465	0.16	0.00	0.00
0.2 超～0.4 以下	0.2	1,742	986	0.14	0.00	0.00
0.4 超～0.6 以下						
0.6 超～0.75 以下	1.4	3,669	2,323	0.87	0.07	0.06
0.75 超～1.1 以下	0.0					
1.1 超～1.5 以下	3.1	3,213	2,126	2.06	0.06	0.13
1.5 超～2.2 以下	11.7	8,876	2,240	2.95	0.07	0.20
2.2 超～3.0 以下						
3.0 超～4.0 以下	13.6	6,171	2,475	5.46	0.07	0.36
4.0 超～5.5 以下	15.6	2,594	1,167	7.01	0.00	0.00
5.5 超～7.5 以下	27.1	4,189	1,225	7.93	0.27	2.11
7.5 超～11.0 以下	12.5	1,676	494	3.69	0.43	1.58
11 超～15 以下	14.3	1,158	78	0.96	0.44	0.42
15 超～18.5 以下	0.1	5	5	0.07	0.18	0.01
18.5 超～22 以下	22.9	1,047	37	0.81	0.64	0.52
22 超～30 以下	5.3	163	127	4.14	0.29	1.21
30 超～37 以下	218.5	5,221	102	4.27	0.75	3.20
37 超～45 以下	1.7	37	32	1.43	0.23	0.32
45 超～55 以下	8.7	140	37	2.29	0.23	0.53
55 超～75 以下	54.4	726	42	3.15	0.69	2.18
75 超～90 以下	1.2	13	12	1.11	0.14	0.16
90 超～110 以下	1.0	10	5	0.51	0.09	0.05
110 超～132 以下	0.2	1	1	0.15	0.00	0.00
132 超～160 以下	13.8	93				
160 超～200 以下	0.6	3	2	0.39	0.00	0.00
200 超～375 以下	21.2	65				
375 超～500 以下	3.2	6				

空欄は有効回答数が 0 のため、その区分の改善率を計算に利用していないことを示す。

【送風機】

メーカアンケートで最も回答数が多かった「多翼ファン」を選定し、この区分の平均効率と最高効率をモータ定格出力区分ごとに整理し、改善率を計算すると次表のようになる。ポンプの効率が水動力／軸動力(%)であり、送風機の効率は空気動力／軸動力（%）で示されているため、改善率の計算方法はポンプと同じである。効率や改善率のばらつきは、構造とモータ定格出力区分以外の要因が影響している可能性があり、今後の詳細な検討が必要である。

なお、ここで示す「効率」はモータを含まない送風機（機械部分）の効率である。

表 資料1.6.多翼ファンの改善率

モータ定格 出力区分(kW)	有効 回答台数	平均効率 (%)	最低効率 (%)	最高効率 (%)	標準偏差 (%)	改善率 (最高効率-平均効率) /最高効率
全体	176,960	39.63	29.20	65.00	9.23	
～0.2 以下	65,620	44.61	41.00	51.00	0.68	0.13
0.2 超～0.4 以下	85,380	31.99	31.90	52.00	1.27	0.38
0.4 超～0.6 以下						
0.6 超～0.75 以下	6,000	29.20	29.20	29.20	0.00	0.00
0.75 超～1.1 以下						
1.1 超～1.5 以下						
1.5 超～2.2 以下	2,100	56.00	56.00	56.00	0.00	0.00
2.2 超～3.0 以下						
3.0 超～4.0 以下						
4.0 超～5.5 以下	16,469	59.50	59.50	59.50	0.00	0.00
5.5 超～7.5 以下						
7.5 超～11.0 以下	500	64.00	64.00	64.00	0.00	0.00
11 超～15 以下	724	57.00	57.00	57.00	0.00	0.00
15 超～18.5 以下						
18.5 超～22 以下						
22 超～30 以下						
30 超～37 以下	50	65.00	65.00	65.00	0.00	0.00
37 超～45 以下	117	54.80	54.80	54.80	0.00	0.00
45 超～55 以下						
55 超～75 以下						
75 超～90 以下						
90 超～110 以下						
110 超～132 以下						
132 超～160 以下						
160 超～200 以下						
200 超～375 以下						
375 超～500 以下						
500 超～1000 以下						
1000 超～2000 以下						
2000 超～5000 以下						

空欄はメーカアンケートでその区分に出荷台数の回答がなかったことを示す。

４．１．２．で推計された送風機のモータ定格出力区分ごとの年間消費電力量に対して、台数案分により多翼ファンによる年間消費電力量を推計し、これに前表で算定した改善率を掛けて、高効率機器導入による省エネルギー効果を試算する。

この結果、本調査で得られた情報にもとづいて推計される多翼ファンにおける高効率機器導入による省エネルギー効果は 27.3 億 kWh/年となる。

なお、本章の冒頭に述べたように、省エネルギー効果を正確に試算するためには、構造、及びモータ定格出力で区分するだけでは十分ではなく、本試算は限られた情報の中で行われる推計であり、実際にトップランナー制度の対象とする場合などにおいては、より精緻な検討による対象範囲の決定、区分の決定、基準値の決定が必要であることに留意しなければならない。

表 資料 1.7.多翼ファン高効率機器導入による省エネルギー効果試算

モータ定格出力区分（kW）	推計年間消費電力量(億 kWh/年)	送風機全区分出荷台数(台)	多翼ファン出荷台数(台)	多翼ファン推計年間消費電力量(億 kWh/年)	改善率	高効率機器導入による省エネ効果(億 kWh/年)
全区分合計	975.8	235,095	176,960	315.45		27.29
～0.2 以下	26.5	68,714	65,620	25.28	0.13	3.17
0.2 超～0.4 以下	69.0	94,033	85,380	62.68	0.38	24.12
0.4 超～0.6 以下	0.0					
0.6 超～0.75 以下	11.3	7,557	6,000	9.00	0.00	0.00
0.75 超～1.1 以下	0.6	270				0.00
1.1 超～1.5 以下	2.4	750				
1.5 超～2.2 以下	18.9	6,099	2,100	6.51	0.00	0.00
2.2 超～3.0 以下	0.0					
3.0 超～4.0 以下	257.3	34,051				
4.0 超～5.5 以下	172.4	17,074	16,469	166.29	0.00	0.00
5.5 超～7.5 以下	0.9	66				
7.5 超～11.0 以下	15.5	723	500	10.75	0.00	0.00
11 超～15 以下	111.8	3,948	724	20.51	0.00	0.00
15 超～18.5 以下	2.5	64				
18.5 超～22 以下	1.7	36				
22 超～30 以下	36.7	589				
30 超～37 以下	21.2	290	50	3.66	0.00	0.00
37 超～45 以下	12.0	130	117	10.77	0.00	0.00
45 超～55 以下	55.6	467				
55 超～75 以下	19.8	124				
75 超～90 以下	1.0	5				
90 超～110 以下	2.6	10				
110 超～132 以下	5.3	17				
132 超～160 以下	3.3	10				
160 超～200 以下	2.5	6				
200 超～375 以下	14.0	25				
375 超～500 以下	10.4	12				
500 超～1000 以下	14.7	9				
1000 超～2000 以下	32.1	9				
2000 超～5000 以下	53.8	7				

空欄は有効回答数が 0 のため、その区分の改善率を計算に利用していないことを示す。

【真空ポンプ】

メーカアンケートで最も回答数が多かった「ドライポンプ」を選定し、この区分の平均効率と最高効率をモータ定格出力区分ごとに整理し、改善率を計算すると次表のようになる。ポンプの効率が水動力／軸動力(%)であったのに対して、真空ポンプの効率指標として、ここでは到達圧力時の消費電力(kW)を用いることとした。よって、改善率の計算方法がポンプとは異なる。効率や改善率ばらつきは、構造とモータ定格出力区分以外の要因が影響している可能性があり、今後の詳細な検討が必要である。

なお、ここで示す「効率」は、真空ポンプの効率を到達圧力時の消費電力としたことから、機械部分とモータを合わせた全体の総合効率である。

表 資料1.8.ドライポンプの改善率

モータ定格 出力区分(kW)	有効 回答台数	平均効率 (kW)	最高効率 (kW)	最低効率 (kW)	標準偏差 (kW)	改善率 (平均効率-最高効率) /平均効率
全体	25,474	0.84	0.20	18.80	1.18	
～0.2 以下	12,000	0.20	0.20	0.20	0.00	0.00
0.2 超～0.4 以下						
0.4 超～0.6 以下	56	0.29	0.29	0.29	0.00	0.00
0.6 超～0.75 以下	8,500	0.75	0.75	0.75	0.00	0.00
0.75 超～1.1 以下						
1.1 超～1.5 以下	374	0.58	0.40	1.30	0.32	0.31
1.5 超～2.2 以下	2,679	2.15	0.70	2.20	0.23	0.67
2.2 超～3.0 以下	511	0.73	0.65	1.00	0.14	0.11
3.0 超～4.0 以下	222	2.57	1.90	3.30	0.43	0.26
4.0 超～5.5 以下	453	4.19	3.00	4.40	0.12	0.28
5.5 超～7.5 以下	430	5.23	2.30	6.70	1.22	0.56
7.5 超～11.0 以下	129	4.76	2.90	8.10	0.91	0.39
11 超～15 以下	106	7.05	6.70	14.10	1.57	0.05
15 超～18.5 以下						
18.5 超～22 以下	14	18.80	18.80	18.80	0.00	0.00
22 超～30 以下						

空欄はメーカアンケートでその区分に出荷台数の回答がなかったことを示す。

４．１．２．で推計された真空ポンプのモータ定格出力区分ごとの年間消費電力量に対して、台数案分によりドライポンプによる年間消費電力量を推計し、これに前表で算定した改善率を掛けて、高効率機器導入による省エネルギー効果を試算する。

この結果、本調査で得られた情報にもとづいて推計されるドライポンプにおける高効率機器導入による省エネルギー効果は8.5億kWh/年となる。

なお、本章の冒頭に述べたように、省エネルギー効果を正確に試算するためには、構造、及びモータ定格出力で区分するだけでは十分ではなく、本試算は限られた情報の中で行われる推計であり、実際にトップランナー制度の対象とする場合などにおいては、より精緻な検討による対象範囲の決定、区分の決定、基準値の決定が必要であることに留意しなければならない。

表 資料1.9.ドライポンプ高効率機器導入による省エネルギー効果試算

モータ定格出力 区分（kW）	推計年間 消費電力量 (億kWh/年)	真空ポンプ 全区分 出荷台数 （台）	ドライ ポンプ 出荷台数 （台）	ドライポンプ 推計年間 消費電力量 (億kWh/年)	改善率	高効率機器 導入による 省エネ効果 (億kWh/年)
全区分合計	60.2	38,967	25,474	25.72		8.50
～0.2以下	1.0	13,496	12,000	0.91	0.00	0.00
0.2超～0.4以下	2.2	3,586				
0.4超～0.6以下	0.2	262	56	0.04	0.00	0.00
0.6超～0.75以下	7.1	10,064	8,500	6.00	0.00	0.00
0.75超～1.1以下	0.2	119				
1.1超～1.5以下	2.3	2,098	374	0.42	0.31	0.13
1.5超～2.2以下	10.1	3,809	2,679	7.08	0.67	4.77
2.2超～3.0以下	2.7	1,028	511	1.36	0.11	0.15
3.0超～4.0以下	3.0	1,091	222	0.61	0.26	0.16
4.0超～5.5以下	7.1	1,494	453	2.16	0.28	0.61
5.5超～7.5以下	6.4	765	430	3.57	0.56	2.00
7.5超～11.0以下	8.0	679	129	1.53	0.39	0.60
11超～15以下	4.3	274	106	1.65	0.05	0.08
15超～18.5以下	0.1	5				
18.5超～22以下	0.7	23	14	0.40	0.00	0.00
22超～30以下	4.8	174				

空欄は有効回答数が0のため、その区分の改善率を計算に利用していないことを示す。

資料２．トップランナー原則

１．対象範囲の考え方について

（原則１） 対象範囲は、一般的な構造、用途、使用形態を勘案して定めるものとし、①特殊な用途に使用される機種、②技術的な測定方法、評価方法が確立してない機種であり、目標基準を定めること自体が困難である機種、③市場での使用割合が極度に小さい機種等は対象範囲から除外する。

２．区分設定及び目標基準値設定の考え方について

（原則２） 特定機器はある指標に基づき区分を設定することになるが、その指標（基本指標）は、エネルギー消費効率との関係の深い物理量、機能等の指標とし、消費者が製品を選択する際に基準とするもの（消費者ニーズの代表性を有するもの）等を勘案して定める。

（原則３） 目標基準値は、同一のエネルギー消費効率を目指すことが可能かつ適切な基本指標の区分ごとに、１つの数値又は関係式により定める。

（原則４） 区分設定にあたり、付加的機能は、原則捨象することとする。但し、ある機能のない製品を目標基準値として設定した場合、その機能をもつ製品が、市場ニーズが高いと考えられるにもかかわらず、目標基準値を満たせなくなることから、市場から撤退する蓋然性が高い場合には、別の区分（シート）とすることができる。

（原則５） 高度な省エネ技術を用いているが故に、高額かつ高エネルギー消費効率である機器については、区分を分けることも考え得るが、製造事業者等が積極的にエネルギー消費効率の優れた製品の販売を行えるよう、可能な限り同一の区分として扱うことが望ましい。

（原則６） １つの区分の目標基準値の設定に当たり、特殊品は除外する。但し、技術開発等による効率改善分を検討する際に、除外された特殊品の技術の利用可能性も含めて検討する。

（原則７） 家電製品、ＯＡ機器においては、待機時消費電力の削減に配慮した目標基準とすること。

３．目標年度の考え方について

（原則８） 目標年度は、特定機器の製品開発期間、将来技術進展の見通し等を勘案した上で、３～１０年を目処に機器毎に定める。

４．達成判定方法の考え方について

（原則９） 目標年度において、目標基準値に達成しているかどうかの判断は、製造事業者毎に、区分毎に加重平均方式により行うこととする。

５．測定方法の考え方について

（原則１０） 測定方法は、内外の規格に配慮し、規格が存在する場合には、可能な限りこれらとの整合性が確保されたものとすることが適当である。また、測定方法に関する規格が存在しない場合には、機器の使用実態を踏まえた、具体的、客観的、定量的な測定方法を採用することが適当である。

資料３．平成２１年度調査と本調査との比較

本資料では、平成 21 年度省エネルギー設備導入促進指導事業（エネルギー消費機器実態等調査事業）報告書の結果と今回の調査結果を確認する。次表にポンプ、圧縮機、送風機、真空ポンプの国内普及台数とエネルギー使用量を示す。表からは、特にポンプの国内ストック台数について、平成 21 年度調査と今回調査の結果に差異がみられる。表中の「－」は「該当なし」を示す。

表 資料 3.1. 平成 21 年度調査と今回調査の比較

	平成 21 年度調査（平成 20 年度想定）[92]		今回調査（平成 25 年度想定）	
	国内普及台数	エネルギー使用量	国内普及台数	エネルギー使用量
日本の電力使用量[93]	—	10,220 億 kWh/年	—	9,824 億 kWh/年
産業用モータ合計	93.7 百万台	5,429 億 kWh/年	—	
ポンプ	36.6 百万台	2,805 億 kWh/年	19.9 百万台	3,122 億 kWh/年
圧縮機（冷凍機含む）	22.1 百万台	778 億 kWh/年	—	—
圧縮機（冷凍機除く）	—	—	1.4 百万台	454 億 kWh/年
送風機	12.4 百万台	885 億 kWh/年	11.4 百万台	976 億 kWh/年
真空ポンプ	（ポンプに含む）		1.4 百万台	60 億 kWh/年

平成 21 年度の調査は機械統計等から産業用モータの台数を推計した後、ポンプ、圧縮機、送風機等の機器メーカへのアンケート調査から得られたモータ使用台数を利用し、その比率で案分して国内普及台数とエネルギー使用量を推計している。今回調査の推計方法は本編に記載されているので、ここでは詳細は触れないが、ポンプ、圧縮機、送風機、真空ポンプの台数を機械統計等から推計するなど、その方法が異なっている。

平成 21 年度調査における推計方法では、メーカアンケートで補足できた台数をもとに、モータ台数の割り振りが行われているため、捕捉できなかった機器があると、捕捉できた機器に割り当てられるモータ台数が大きくなる傾向があるものと考えられる。

また、今回調査では、エネルギー使用量を推計するための使用実態を、年間のエネルギー使用量が大きいエネルギー管理指定工場等からのアンケートから収集している。このため、機器の使用時間が長く、また負荷率が高くなることが予想され、その結果として普及台数に対してエネルギー使用量が大きくなる傾向があると考えられる。

[92] 平成 21 年度調査の結果は当該報告書より抜粋。
[93] 日本の電力使用量（平成 25 年度）は資源エネルギー庁電力調査統計による。

資料４． メーカアンケート調査票

本資料では、メーカアンケートで使用した調査票を示す。

〈 A. 企業概要 〉貴社の概要等についてご記入ください。

1) 企業名を記入してください。
2) 製造品目（回答品目）を確認し、製造拠点別に出荷先国・地域を記入してください。
3) 記入者の氏名、所属部署、所属事業所名、連絡先等を記入してください。
　入力いただいた個人情報は、省エネルギーセンター個人情報保護管理規定にて厳重に管理し、本調査以外の目的では使用いたしません。

［ 記入例 ］→

工場・事業場　概要		
企業名		〇〇株式会社
製造品目（回答品目）		ポンプ
国内外の製造出荷	製造拠点	×××
	出荷先の国・地域	×××
	製造拠点	×××
	出荷先の国・地域	×××
	製造拠点	×××
	出荷先の国・地域	×××
	製造拠点	×××
	出荷先の国・地域	×××
	製造拠点	×××
	出荷先の国・地域	×××
記入者氏名		×××
記入者所属部署・役職		×××
記入者所属事業所名		×××
事業所郵便番号		ABC-DEFG
事業所住所		×××
ご連絡先電話番号		×××
ご連絡先 E-mail アドレス		×××

［ 回答記入欄 ］→

工場・事業場　概要		
企業名		
製造品目（回答品目）		ポンプ
国内外の製造出荷	製造拠点	
	出荷先の国・地域	
	製造拠点	
	出荷先の国・地域	
	製造拠点	
	出荷先の国・地域	
	製造拠点	
	出荷先の国・地域	
	製造拠点	
	出荷先の国・地域	
記入者氏名		
記入者所属部署・役職		
記入者所属事業所名		
事業所郵便番号		
事業所住所		
ご連絡先電話番号		
ご連絡先 E-mail アドレス		

これはポンプ用のアンケート票であるが、圧縮機、送風機、真空ポンプのアンケート票も構造は同じである。

〈 B. 製造機器／ポンプについて 〉 貴社で製造しているポンプについて記入してください。

項目	(1)種類と仕様						
記入方法	① 種類	② モータ定格出力(kW)	③ 電圧(V)	④ 周波数(Hz)	⑤ 機器効率(%) 水動力／軸動力	⑥ 効率測定方法	⑦ 制御方式
記入条件	(プルダウン選択)	(プルダウン選択)	(プルダウン選択)	(プルダウン選択)	数値入力	(プルダウン選択)	(プルダウン選択)
記入例	横軸形／単段式うず巻ポンプ	3.0超 ～ 4.0以下	200V級	60Hz	74.5	JISB8301	オンオフ制御

以下、回答記入欄

項目	(1)種類と仕様						
記入方法	① 種類	② モータ定格出力(kW)	③ 電圧(V)	④ 周波数(Hz)	⑤ 機器効率(%) 水動力／軸動力	⑥ 効率測定方法	⑦ 制御方式
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							
32							
33							
34							
35							
36							
37							
38							
39							
40							
41							
42							
43							
44							
45							
46							
47							
48							
49							
50							
51							

これはポンプ用のアンケート票であるが、圧縮機、送風機、真空ポンプのアンケート票も基本構造は同じである。ただし「⑤機器効率」について、ポンプは「水動力／軸動力」、圧縮機は「比エネルギー」、送風機は「空気動力／軸動力」とし、真空ポンプでは設問から除外した。

（2）採用しているモータ				（3）機器＋モータ		（4）年間の出荷・輸入・輸出台数			⑰備考
⑧ 種類	⑨ 効率（%）	⑩ 効率（クラス）	⑪ 極数	⑫ 総合効率 （⑤×⑨/100）	⑬ 消費電力(kW)	⑭ 国内生産出荷 台数 （台／年）	⑮ 海外生産 国内出荷台数 （台／年）	⑯ 国内生産 海外出荷台数 （台／年）	
（プルダウン選択）	数値入力	（プルダウン選択）	（プルダウン選択）	（自動計算）	数値入力	数値入力	数値入力	数値入力	
三相誘導電動機	86.0	IE2相当	4極	64.1	3.5	15500	3500	4350	代表機入力

（2）採用しているモータ				（3）機器＋モータ		（4）年間の出荷・輸入・輸出台数			⑰備考
⑧ 種類	⑨ 効率（%）	⑩ 効率（クラス）	⑪ 極数	⑫ 総合効率 （⑤×⑨/100）	⑬ 消費電力(kW)	⑭ 国内生産出荷 台数 （台／年）	⑮ 海外生産 国内出荷台数 （台／年）	⑯ 国内生産 海外出荷台数 （台／年）	

これはポンプ用のアンケート票であるが、圧縮機、送風機、真空ポンプのアンケート票も基本構造は同じである。ただし、真空ポンプでは「⑫総合効率」を設問から除外し、「排気速度」、「到達圧力」、「軸動力」、「到達圧力時の消費電力」を設問に追加した。

〈 C. その他〉

モータのトップランナー規制に伴って、モータを組み込むユーザの立場での様々な状況や、ポンプの高効率化とその課題、新製品の開発サイクルや製品の流通経路などについてお尋ねいたします。

(1)ポンプの採用モータについて

Q1:トップランナーモータ規制に伴うポンプ採用モータの対応についてお教えください。(該当する番号を回答欄に記入してください。)

1. 強制対応
2. 自主対応
3. 対応しない

→

回答欄(番号記入)

Q2:トップランナーモータ採用に伴うモータ価格上昇率はどの程度と思われますか。　　　　%

Q3:規制範囲(0.75kW～375kW)でのトップランナーモータ採用割合をお教えください。　　　　%

Q4:規制範囲での今後のトップランナーモータ採用の目標割合をお教えください。　　　　%

Q5:上記目標割合の達成見込み時期をお教えください。

年	月

Q6:モータの調達方法を教えてください。
※ 複数の組合せがある場合は、最も多い組み合わせから3つ記入してください。

	1	2	3
	回答欄(番号記入)	回答欄(番号記入)	回答欄(番号記入)
1. 自社調達 2. 他社調達 →			
3. 国内メーカ 4. 海外メーカ →			
5. 国内製造 6. 海外製造 →			

Q7:モータの仕様を決定(設計)して発注することはありますか。(該当する番号を回答欄に記入してください。)

1. よくある
2. ときどきある
3. ほとんどない
4. ない

→

回答欄(番号記入)

(2)ポンプの高効率化について

Q1:貴社が採用、あるいは今後採用する予定のポンプの高効率化(省エネ化)の手法を教えください。
※ プルダウンメニューから選択、もしくは自由に記入してください。
SQ1:手法毎に見込まれる効率改善率を教えください
SQ2:効率改善達成予想時期を教えください
SQ3:製品コストへの影響(コスト上昇○%)を教えください
SQ4:コスト以外の影響を教えください(自由記述)

採用している手法	1機器あたりの平均的な効率改善率(%)	効率改善達成予想時期		コストへの影響(%)	コスト以外の影響(自由記述)
		年	月		

(3)ポンプの製品開発と流通販売について

Q1:汎用機の新製品開発のサイクルは、平均的に何年程度ですか。大きく異なる場合は、種類などで区分して回答してください。

種類	年
ポンプの種類をプルダウン	
ポンプの種類をプルダウン	
ポンプの種類をプルダウン	
ポンプの種類をプルダウン	
ポンプの種類をプルダウン	

Q2:ポンプがよく利用される機器・システムを教えてください。
※ 自社内で組み込む場合と貴社から機器を購入後に他社にて組み込まれることが想定される場合について記入してください。
例:ボイラ、など

自社内で組み込む場合	他社で組み込まれる場合

Q3:貴社のポンプが最終ユーザに渡るまでの想定される主な流通経路を記入してください。

記入例: ①海外部品調達－自社国内工場組立－販売代理店－最終ユーザ
②国内部品調達－自社国内工場組立－商社－組込メーカ－最終ユーザ
③国内外部品調達－自社国内工場組立－最終ユーザ など

これはポンプ用のアンケート票であるが、圧縮機、送風機、真空ポンプのアンケート票も構造は同じである。

資料５．ユーザアンケート調査票

本資料ではユーザアンケートで使用した調査票を示す。

〈 A. 企業概要 〉貴社の概要等についてご記入ください。

1) 企業名、事業所（工場）名等を記入してください。

2) 事業所（工場）の年間エネルギー使用量（2013年度／原油換算kL）を記入してください。

3) 記入者の氏名、所属部署、所属事業所名、連絡先等を記入してください。
入力いただいた個人情報は、省エネルギーセンター個人情報保護管理規定にて厳重に管理し、本調査以外の目的では使用いたしません。

［ 記入例 ］→

企業概要		
企業名	〇〇株式会社	
事業所（工場）名	△△事業所	
郵便番号	ABC-DEFG	
住所	×××	
事業所（工場）の年間エネルギー使用量（原油換算kL）	×××	※2013年度の原油換算kL
記入者所属・役職	×××	
記入者氏名	×××	
ご連絡先電話番号	×××	
E-mail アドレス	×××	

［ 回答記入欄 ］→

企業概要		
企業名		
事業所（工場）名		
郵便番号		
住所		
事業所（工場）の年間エネルギー使用量（原油換算kL）		※2013年度の原油換算kL
記入者所属・役職		
記入者氏名		
ご連絡先電話番号		
E-mail アドレス		

記入内容についてお問い合わせさせていただくことがありますが、何卒よろしくお願いいたします。

〈 B. 使用機器について 〉

貴社で使用しているポンプ、圧縮機、送風機、真空ポンプについて記入してください。

項目	(1)使用機器							
記入方法	① 機器	② 当該機器の種類区分	③ 製造メーカ名称	④ 流量 排気速度 など	(単位)	⑤ 圧力 到達圧力 など	(単位)	⑥ 制御方式
記入条件	(プルダウン選択)	(プルダウン選択)	入力	数値入力	入力	数値入力	入力	(プルダウン選択)
記入例1	ポンプ	多段式うず巻ポンプ	XXX	100	m3/h	0.3	MPa	台数制御
記入例2	圧縮機	遠心式ターボ形圧縮機	YYY	56.9	m3/min	0.69	MPa	オンオフ制御
記入例3	送風機	軸流式ブロワ	XXX	0.5	m3/min	0.05	MPa	インバータ制御
記入例4	真空ポンプ	ドライポンプ	ZZZ	1300	L/min	0.8	Pa	オンのみ

以下、回答記入欄

項目	(1)使用機器							
記入方法	① 機器	② 当該機器の種類区分	③ 製造メーカ名称	④ 流量 排気速度 など	(単位)	⑤ 圧力 到達圧力 など	(単位)	⑥ 制御方式
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								
41								
42								
43								
44								
45								
46								
47								
48								
49								
50								

（2）当該機器に組み込まれているモータの種類と仕様						
⑦ モータの種類	⑧ モータ 定格出力 (kW)	⑨ モータメーカ 名称	⑩ モータ型式　（型番）	⑪ モータ効率 (%)または（クラス）	⑫ 電圧(V)	⑬ 周波数(Hz)
（プルダウン選択）	数値入力	入力	入力	（プルダウン選択）	（プルダウン選択）	（プルダウン選択）
三相誘導電動機	0.75	XXX	XYZ-〇X	IE2相当	200V級	50Hz
PMモータ	3.7	YYY	YZX-〇Y	IE4相当	400V級	50Hz
三相誘導電動機	37	SSS	ZXY-〇Z	88.6	200V級	60Hz
三相誘導電動機	2.2	ZZZ	XZY-〇X	不明	200V級	50Hz

（2）当該機器に組み込まれているモータの種類と仕様						
⑦ モータの種類	⑧ モータ定格出力 (kW)	⑨ モータメーカ名称	⑩ モータ型式　（型番）	⑪ モータ効率 (%)または（クラス）	⑫ 電圧(V)	⑬ 周波数(Hz)

(3)用途、及び使用機台数			(4)稼働機の平均的な使用状況				(5)備考
⑭ 用途	⑮ 稼働機 台数	⑯ 予備機 台数	⑰ 定格を1とした場合の 平均的な運転時負荷率 〈稼働機1台平均〉	⑱ 運転時負荷の 変動状況	⑲ 年間運転時間(h) 〈稼働機1台平均〉	⑳ 使用年数 〈稼働機1台平均〉	
(プルダウン選択)	数値入力	数値入力	(プルダウン選択)	(プルダウン選択)	数値入力	数値入力	
搬送	20	5	0.3～0.4	大きく変動	1760	18	
駆動	2	0	0.3～0.4	大きく変動	8760	12	
排気	1	1	0.5～0.6	ほぼ一定	8760	12	
吸引	2	1	0.7～0.8	ほぼ一定	8760	20	

(3)用途、及び使用機台数			(4)稼働機の平均的な使用状況				(5)備考
⑭ 用途	⑮ 稼働機 台数	⑯ 予備機 台数	⑰ 定格を1とした場合の 平均的な運転時負荷率 〈稼働機1台平均〉	⑱ 運転時負荷の 変動状況	⑲ 年間運転時間(h) 〈稼働機1台平均〉	⑳ 使用年数 〈稼働機1台平均〉	

〈 C. その他 〉

本シートでは、統計資料等では把握することができない、事業所現場での一般的と考えられるポンプ類の交換や更新状況や、
ポンプ類が組み込まれた機器の普及状況等を把握するためお尋ねします。

(1)ポンプ、圧縮機、送風機、真空ポンプの部品交換と更新について

汎用ポンプ、汎用圧縮機、汎用送風機、汎用真空ポンプ(モータ出力0.75kW～375kW程度)を想定し、最も良くある状況をご記入ください。

Q1:ポンプ、圧縮機、送風機、真空ポンプの主な調達方法の組合せを選択してください。
※ 最もよくある組み合わせについて、該当する番号を回答欄に記入してください。

選択肢	回答欄(番号記入)
1. 自社調達 2. 他社調達	
3. 国内メーカー 4. 海外メーカー	
5. 国内製造 6. 海外製造	
7. メーカー直接調達 8. 代理店等間接調達	

Q2:機器内部の部品交換はどのように行っていますか。 該当する番号を回答欄に記入してください。

1. 定期的に交換
2. 不定期的に交換
3. 不明

回答欄(番号記入)

Q3:部品交換で対応するか、更新する(買換える)か、について方針(や基準)はありますか。
該当する番号を回答欄に記入してください。

1. 方針あり
2. 方針なし
3. 不明

回答欄(番号記入)

SQ3－1:「方針あり」の場合はその方針(基準)を記入してください。 該当する番号を回答欄に記入してください。

1. 修理部品が入手できない場合に更新する
2. 修理費用よりも更新費用が安い場合に更新する
3. 修理費用+ランニングコストよりも
4. 更新費用+ランニングコストが安い場合に更新する
5. その他(回答欄に内容を具体的に記入してください)

回答欄(番号記入)

Q5:何年くらい使い続けますか。(買換えまでの期間)
※ 年数がわからない場合は、回答欄に「不明」と記入してください。

回答欄(年数記入) 年

Q6:更新(あるいは新規購入)する際に、機器の「効率(=省エネ性)」を考慮していますか。
それぞれの機器について、「1. 多いに考慮する」～「5. 全く考慮しない」から選択し、回答欄に番号を記入してください。

1. 多いに考慮する
2. 考慮する
3. どちらともいえない
4. 考慮しない
5. 全く考慮しない

	回答欄(番号記入)
ポンプ	
圧縮機	
送風機	
真空ポンプ	

Q7:現在使用している機器を高効率な機器に更新する際に生じる課題があれば教えてください。
該当する番号を回答欄に記入してください。複数回答がある場合は「1,2,4」などと記入してください。

1. 工場ラインの設計変更が必要
2. 一般的な機器よりもコストがかかる
3. 取り合い点の変更が必要
4. その他

回答欄(番号記入)

「4. その他」の課題がある方は、下欄に記入してください。

（2）その他のポンプ、圧縮機、送風機、真空ポンプが組み込まれた機器について

B票ではポンプ、圧縮機、送風機、真空ポンプとして管理している機器についてお尋ねしました。

Q1：B票に記入されていない、ポンプ、圧縮機、送風機、真空ポンプが組み込まれた機器・システムがあればご記入ください。
（すなわち、ポンプ、圧縮機、送風機、真空ポンプとして管理していない機器）

		機器の名称	台数
※ 記入例	送風機組込み機器・システム：	ボイラ	5
	ポンプ組込み機器・システム：		
	圧縮機組込み機器・システム：		
	送風機組込み機器・システム：		
	真空ポンプ組込み機器・システム：		

貴社がの業種が製造業の場合は、以下の質問にも回答をお願いいたします。

Q2：貴事業所において、ポンプ、圧縮機、送風機、真空ポンプを組み込んだ機器を製造していますか？

1．はい
2．いいえ
3．不明

→ 回答欄（番号記入）

SQ2－1：Q2で「1．はい」を選んだ方は、組み込んだ機器の名称を教えてください。

SQ2－2：Q2で「1．はい」を選んだ方は、組み込んでいるポンプ、圧縮機、送風機、真空ポンプの主な調達方法を教えてください。

	回答欄（番号記入）
1．自社調達 2．他社調達	
3．国内メーカー 4．海外メーカー	
5．国内製造 6．海外製造	
7．メーカー直接調達 8．代理店等間接調達	

それぞれで不明の場合は「0」を記入してください。

平成２６年度エネルギー使用合理化促進基盤整備事業
（産業用機器等に関する使用実態及び制度調査）報告書

一般財団法人省エネルギーセンター